พยาบาล ผดุงครรภ์ และอนามัย กรมการแพทย์

กายวิภาควิทยาและสรีระวิทยา

สำหรับ
นักเรียนพยาบาล

กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง
611
ก 435

ตำรานี้ได้รับความช่วยเหลือจากองค์การบริหารการร่วมมือระหว่างประเทศแห่งสหรัฐอเมริกาประจำประเทศไทย (ยูซอม)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ฯ ตรัง

คำนำ

การศึกษาเกี่ยวกับโรคภัยไข้เจ็บของร่างกายนั้น สิ่งแรกและสำคัญที่นักศึกษาจะต้องทราบคือ ปกตินั้นร่างกายประกอบขึ้นด้วยอะไร และแต่ละส่วนมีหน้าที่อย่างไร ด้วยเหตุนี้ นักศึกษาทุกคนจะต้องศึกษาวิชากายวิภาควิทยาและสรีระวิทยา

หนังสือเล่มนี้ ผู้แปลและเรียบเรียงได้จัดทำขึ้นจากความรู้, ความชำนาญ ที่ได้รับจากการสอนวิชาเหล่านี้ให้แก่นักเรียนพยาบาลของโรงพยาบาลหญิง กรมการแพทย์ ในระยะเวลา ๒ ปีเศษ จึงเหมาะสมที่นักศึกษาจะได้ยึดถือเป็นหนังสือสำหรับศึกษาต่อไป

ข้าพเจ้าขอขอบใจในความพยายามพากเพียรของนางสาววิชัย ชำนาญณรงค์ อาจารย์พยาบาล โรงเรียนพยาบาลผดุงครรภ์และอนามัย โรงพยาบาลหญิง ที่ได้อุทิศเวลาและกำลังกายจัดเรียบเรียงหนังสือนี้ขึ้นเป็นผลสำเร็จ

(พันโท นิตย์ เวชชวิศิษฏ์)

อธิบดีกรมการแพทย์

๒๙ กรกฎาคม ๒๔๙๙

ภท
ก 435

005397

สารบัญ

ตอนที่ ๑

ร่างกายของมนุษย์

โครงสร้างหน้าที่และการจัดระเบียบของเซลล์

tissues และอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายของมนุษย์

บทที่		หน้า
๑	กายวิภาควิทยา สรีรวิทยา สุขศาสตร์ (Hygeine), Anatomical position และตำแหน่งของร่างกาย (Body Region)	๑
๒	ร่างกายมนุษย์เป็นที่รวมของเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบต่าง ๆ	๑๓
๓	สรีรวิทยาของเซลล์	๒๖
๔	เนื้อเยื่อสัมพันธ์ (Connective tissues)	๔๐

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

ตอนที่ ๒

โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ

ที่มีความสัมพันธ์ (Correlation) และประสานงาน (Co-ordination) ซึ่งกันและกัน ของอวัยวะนั้น ๆ ที่ช่วยในกายเคลื่อนไหวของร่างกาย (External activities)

บทที่		หน้า
๕	ระบบโครงกระดูก	๖๕
๖	วิทยาที่ว่าด้วยข้อ (Arthrology) และข้อต่อหรือ Articulation	๑๐๙
๗	ระบบกล้ามเนื้อ	๑๑๕
๘	ระบบประสาท	๑๔๓
๙	ไขสันหลัง เส้นประสาทของไขสันหลัง สมองและเส้นประสาทของสมอง	๒๑๒

ตอนที่ ๓

โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะภายในต่าง ๆ

ที่มีความสัมพันธ์ (Correlation) และประสานงาน (Co-ordination)

ในการทำงานที่จะช่วยดำรงชีวิต (Internal activities)

บทที่		หน้า
๑๐	Epithelial tissue เยื่อจมูก (mucous membrane) เยื่อบุช่องและหลอดต่าง ๆ (Serous membrane)	๒๕๕
๑๑	เลือด (Blood)	๒๖๗
๑๒	ระบบเส้นเลือด โครงสร้างของหัวใจ เส้นเลือดแดงใหญ่ เส้นเลือดฝอย และเส้นเลือดดำ	๒๘๒
๑๓	เส้นโลหิตภายในร่างกาย ทั้งเส้นเลือดแดง, เส้นเลือดดำ และระบบเส้นเลือดตับ	๓๐๙
๑๔	สรีรวิทยาที่ว่าด้วยการไหลเวียนของโลหิตในร่างกายและความดันของโลหิต (Blood pressure)	๓๕๙
๑๕	น้ำเลี้ยง Tissues (tissues fluid) น้ำเหลือง ระบบเส้นน้ำเหลือง และสรีรวิทยา	๓๗๕
๑๖	ต่อม Secretion, enzymes และฮอร์โมน (hormones) ต่าง ๆ	๔๐๓
๑๗	ระบบการหายใจ โครงสร้างลักษณะของเซลล์ (Histology) และสรีรวิทยา	๔๒๗
๑๘	กายวิภาคและจุลกายวิทยา (Histology) ของระบบการย่อยอาหาร	๔๗๐
๑๙	อาหารไวตามินและสรีรวิทยาของการย่อยอาหาร	๕๑๕
๒๐	การดูดซึมอาหาร (metabolism) ของคาร์โบไฮเดรท ไขมันและโปรตีนและอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย	๕๕๒
๒๑	ระบบขับถ่ายปัสสาวะ โครงสร้างสรีรวิทยาและการขับถ่าย	๕๗๒
๒๒	จุลกายวิทยาของผิวหนัง เล็บ ผม และการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย	๕๙๗

กรมศิลปากร

ตอนที่ ๔

อวัยวะรับความรู้สึกพิเศษและการปรับปรุงตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

บทที่ หน้า

๒๓ อวัยวะที่รับความรู้สึกที่ผิวหนัง ลิ้น และการรู้รส จมูก และการรับกลิ่น หู และการได้ยิน ตา และการเห็น ๖๒๓

ตอนที่ ๕

โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของมนุษย์ชาติและวิวัฒนาการของชีวิต

บทที่ หน้า

๒๔ การสืบพันธุ์ การไหลเวียนของโลหิตของทารกที่อยู่ในครรภ์ การคลอด และการกลับคืนสู่สภาพเดิมของมดลูก ๖๔๕

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ตอนที่ ๑

ว่าด้วยร่างกายของมนุษย์

โครงสร้าง หน้าที่ และการจัดระเบียบของเซลล์

tissues และอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายของมนุษย์

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๑

กายวิภาควิทยา สรีรวิทยา สุขศาสตร์ (Hygiene), Anatomical position และตำแหน่งของร่างกาย (Body Region)

โครงสร้างทั่ว ๆ ไปของร่างกาย

ความรู้ในกายวิภาควิทยา และสรีรวิทยานี้ เป็นรากฐานสำคัญสำหรับสุขภาพและพลานามัยของบุคคล ทั้งวิชานี้จะช่วยให้เข้าใจถึงการเรียนพยาธิภาพวิทยา และเข้าใจตั้งแต่สภาพการณ์ธรรมดาของร่างกายตลอดจนการป้องกัน ทั้งหมดที่รวมการรักษาสุขภาพให้แข็งแรง (Preventive hygiene), ป้องกันเมื่อภัยจะมาถึงตัว (Prophylaxis), และการป้องกันโดยใช้โอสถสารต่าง ๆ (Preventive medicine) ทั้งนี้เพื่อช่วยเหลือผู้เจ็บป่วยให้คืนสู่สภาพปกติ และมีความชำนาญถึงกายวิภาควิทยาที่ใช้กับการวิเคราะห์และรักษาโรค (Remedial medicine)

กายวิภาควิทยาเป็นการเรียนถึงโครงสร้าง (Structure) ส่วนสรีรวิทยานั้นเป็นการเรียนถึงหน้าที่ (Function) ของโครงสร้างนั้น ๆ แต่โดยทั่ว ๆ ไปจะอธิบายโดยใช้ศัพท์เฉพาะของวิชานี้ เราจะเข้าใจส่วนต่าง ๆ หรือโครงสร้างของร่างกายดีไม่ได้ ถ้าไม่ได้เรียนหน้าที่ของมันช่วย และในทำนองเดียวกันการเรียนถึงสรีรวิทยาอย่างเดียวก็ไม่สมบูรณ์ ถ้าปราศจากความรู้ในเรื่องกายวิภาควิทยา

วิชามหากายวิภาคศาสตร์ (Gross Anatomy) เป็นวิชากายวิภาควิทยาที่เรียนถึงโครงสร้างของร่างกายโดยไม่ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ (Macroscopic Anatomy) ซึ่งเรียนโดยตาเปล่าได้ กายวิภาควิทยานี้อาจจะพิจารณาได้หลายด้าน เช่นเป็นแขนงหนึ่งในชีววิทยา (Biological Science) ทั้งหมด ถ้าเรียนถึงโครงสร้างของพืช ก็เป็นประโยชน์ในการกสิกรรม

(Agriculture) และการเรียนถึงโครงสร้างของสัตว์ ก็มีประโยชน์ในสัตวแพทย์ (Veterinarian) ส่วนการศึกษาถึงชีวิตมนุษย์ ก็ต้องเรียนจากส่วนต่าง ๆ ภายในร่างกายมนุษย์ซึ่งรวมการเรียนเกี่ยวกับการปฏิสนธิในครรภ์ (Embryonic) และการเจริญเติบโตของร่างกายทั้งหมดนี้เรียกว่าวิวัฒนาการของกายวิภาค (Developmental Anatomy)

จุลกายวิทยา (Histology) เป็นการเรียนถึงโครงสร้างที่ละเอียดละออของร่างกายซึ่งต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ช่วย เป็นการศึกษาถึงโครงสร้างและความเป็นไปภายในตัวเซลล์ การจัดระเบียบของเซลล์ในเนื้อเยื่อ (tissues) และการจัดระเบียบของเนื้อเยื่อ (tissues) ที่อยู่ในอวัยวะหนึ่ง ๆ

กรมศิลปากร

สรีรวิทยาเป็นวิชาที่เกี่ยวกับหน้าที่และการทำงาน (Activities) ของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อแสดงให้เห็นว่า เซลล์, tissues, อวัยวะ, (Organs) ต่างก็ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน และเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันอย่างไร

Embryology มีความหมายกว้างมาก หมายถึงการปฏิสนธิจากเซลล์เซลล์เดียว ซึ่งรวมทั้งระยะก่อนคลอดและหลังคลอดจนกระทั่งเจริญเติบโตขึ้น ซึ่งระยะหลังคลอดนี้ต่อไปจะเจริญเป็นทารก ที่เรียกว่า วัยทารก (Infancy) วัยเด็ก (childhood) วัยรุ่น (Adolescence) และขั้นต้น ขั้นกลาง ขั้นปลายของความเป็นผู้ใหญ่ (early, middle, and late maturity.)

Hygiene หรือสุขศาสตร์ หมายความถึงการให้หลักความรู้เกี่ยวกับการใช้หลักการทางสรีรวิทยา ในการดำรงสุขนามัย สุขศาสตร์นี้ แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด

(๑) เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายนอกร่างกายบุคคลเรียก External hygiene, or exterofective, hygiene เช่นหมายถึงการรับประทานอาหารที่สะอาด ได้เลือกและเตรียมให้ถูกอนามัย รวมทั้งการถ่ายเทอากาศ ความสะอาดทั่ว ๆ ไป ท่อน้ำใช้ และท่อระบายของเสีย สภาวะของห้องต่าง ๆ ของบ้าน ที่เกี่ยวกับแสงสว่าง ความร้อนและความชื้น ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ควรจะได้พิจารณาจากกิจวัตรประจำวัน ของบุคคล ของครอบครัว และรวมทั้งในหมู่เพื่อนร่วมงาน

(๒) เกี่ยวกับสุขภาพของบุคคลที่มีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมเรียก Internal or In-

terofective hygiene หมายถึงร่างกายที่ได้รับอาหารอย่างพอเพียง การถ่ายเทของเสียของร่างกายโดยปกติ รวมทั้งการรักษาไว้ซึ่งสภาพการณ์ปกติของร่างกาย (Homeostasis) มีการนำอาหารจาก tissue fluid ไปเลี้ยงเซลล์ รวมทั้งการถ่ายเทของเสียออกจากเซลล์ การทำงานของเซลล์ซึ่งช่วยแจกจ่ายอาหาร เก็บสะสมไว้ แล้วแต่ความต้องการของร่างกาย เพื่อช่วยให้อยู่ในสภาพปกติ

โครงสร้างทั่ว ๆ ไป

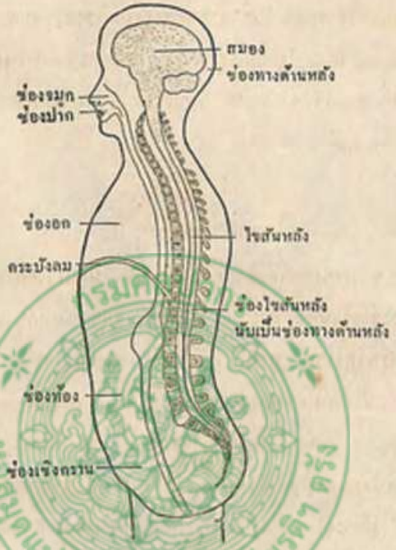
ลักษณะทั่ว ๆ ไปของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังนั้น มีรูปร่างคล้าย ๆ ท่อ ห่อหุ้มด้วยผนังของร่างกาย และข้างในมีอวัยวะภายในบรรจุอยู่ เช่นอวัยวะที่อยู่ในช่องอกและช่องท้อง

Cavities หรือโพรงของร่างกาย โดยมากหมายถึงโพรงทางด้านหน้าของกระดูกสันหลังซึ่งห่อหุ้มด้วยผนังร่างกายด้านหน้า มีผิวหนัง connective tissue กระดูก กล้ามเนื้อ และ serouse membrane ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม ทารกในครรภ์ใน ๕ สัปดาห์แรกนั้น โพรงหรือ cavity จะเริ่มแบ่งด้วย diaphragm (กระบังลม) ซึ่งมีลักษณะเป็น dome shape คือโค้งขึ้นไปข้างบน มันจะแบ่ง body cavity ออกเป็นช่องอกและช่องท้อง

(๑) ช่องอก หรือ Thoracic cavity ภายในประกอบด้วยหลอดลมใหญ่ (Trachea) หลอดลมแยก (Bronchi) ปอด หลอดอาหาร เส้นประสาท หัวใจ เส้นเลือดใหญ่ และหลอดน้ำเหลืองที่ติดต่อกับหัวใจ นอกจากนี้ยังมีต่อมน้ำเหลือง และต่อมไธมาส (อยู่ใต้ต่อมไธรอย และหลังกระดูกหน้าอกตอนบน)

(๒) ช่องท้อง มีกระเพาะอาหาร ตับ ถุงน้ำดี ตับอ่อน ม้าม ไต ลำไส้ใหญ่ และลำไส้เล็ก

ช่องท้องบุด้วยเยื่อบุช่องท้อง (peritoneum) ภายในเยื่อนี้เรียก peritoneal cavity ส่วนไตอยู่ข้างหลังของช่องท้องอีกทีหนึ่ง

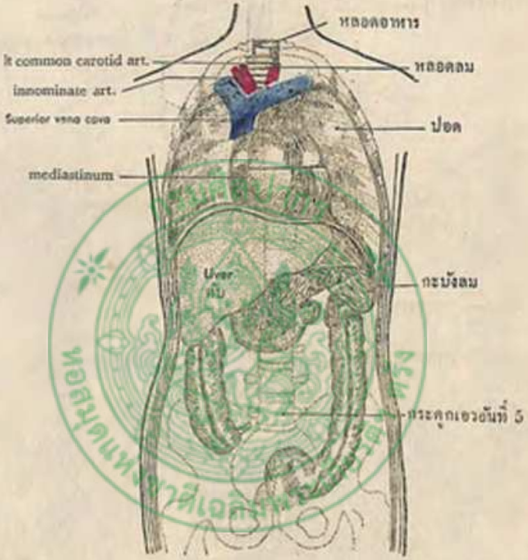


(รูปที่ ๑)

ร่างกายผ่าตามยาวแสดงช่องทางด้านหน้าและด้านหลังของกระดูกสันหลัง

ช่องเชิงกราน เบ็นส่วนที่อยู่ใต้ช่องท้องลงไป และนับจากขอบบนของกระดูกเชิงกรานลงไป บริเวณของมันล้อมรอบไปด้วยกระดูกมากกว่าช่องท้องส่วนอื่น ตอนบนเบ็นส่วนใหญ่หรืออุ้งเชิงกรานไม่แท้ ตอนล่างเบ็นส่วนเล็กหรืออุ้งเชิงกรานแท้ อุ้งเชิงกรานทั้งสองนี้แบ่งกันที่ pelvic inlet หรือช่องทางเข้าแคบ ๆ ของอุ้งเชิงกราน อุ้งเชิงกรานไม่แท้อยู่ใต้ Peritoneal Cavity อุ้งเชิงกรานแท้อยู่ใต้ลงไปอีกทีหนึ่ง มีอวัยวะที่บรรจุอยู่ภายในคือกระเพาะบัสสาวะ ทวารหนัก และอวัยวะที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์

ส่วนช่องทางด้านหลัง (Dorsal Cavity) คือ อยู่ภายในกระดูกสันหลังนั้น มีมันสมองและไขสันหลัง ซึ่งห่อหุ้มด้วยกระดูกกะโหลกศีรษะ และกระดูกสันหลังบุด้วยเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง Meninges



(รูปที่ ๒)

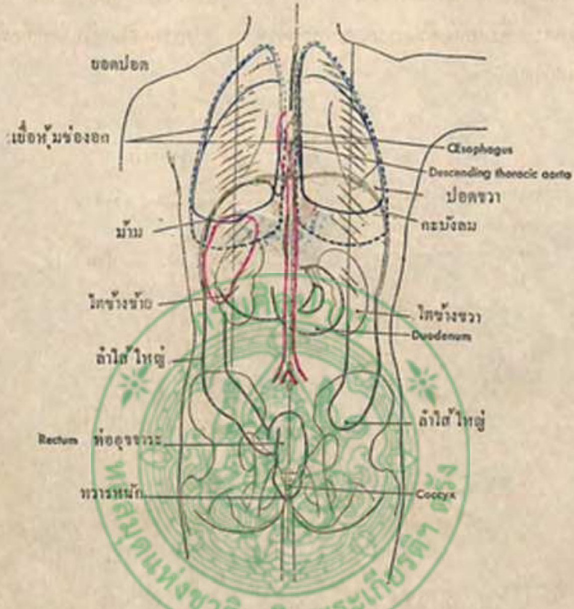
แสดงช่องอกและช่องท้องทางด้านหน้า

ช่องภายในกะโหลกศีรษะอยู่ภายในกระดูกกะโหลกศีรษะ (Skull)

เบ้าตา Orbital Cavity มีลูกตา เส้นประสาทตา กล้ามเนื้อตา และอวัยวะที่เกี่ยวกับน้ำตา

ช่องจมูก อยู่ภายในโครงสร้างที่รวมกันเป็นจมูก

ช่องปาก มีลิ้น และฟัน



หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๓)

แสดงช่องอกและช่องท้องทางด้านหลัง (จากหนังสือของ Toldt)

ตำแหน่งของร่างกาย (Body Regions)

เนื่องจากคนเราเดินเอาศีรษะตั้งขึ้นข้างบน ต่างกับสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมเดินโดยใช้ขา ๔ ขา ถ้าต่างฝ่ายต่างยืนในท่าตรง ทำให้การใช้ศัพท์เรียกชื่อตำแหน่งต่าง ๆ วุ่นวายกันบ้างบางขณะ เพราะฉะนั้นเพื่ออธิบายส่วนต่าง ๆ ของคนและสัตว์ให้เข้าใจให้ดีขึ้น นักกายวิภาคศาสตร์จึงบัญญัติศัพท์เพื่อตัดปัญหาเหล่านั้น โดยมีท่าของการยืนของคนและของสัตว์ดังนี้

Anatomical Position ท่านี้หมายถึงท่ายืนศีรษะตั้งตรง หน้ามองตรงมายัง Observer แขนห้อยแนบติดลำตัว และฝ่ามือหันไปทางด้านหน้า คือ นิ้วหัวแม่มือชี้ออกทางด้านนอก

(รูปที่ ๔)

กระดูกสันหลังของคนใน Anotomicol position จะตั้งขึ้นได้ฉากกับพื้น

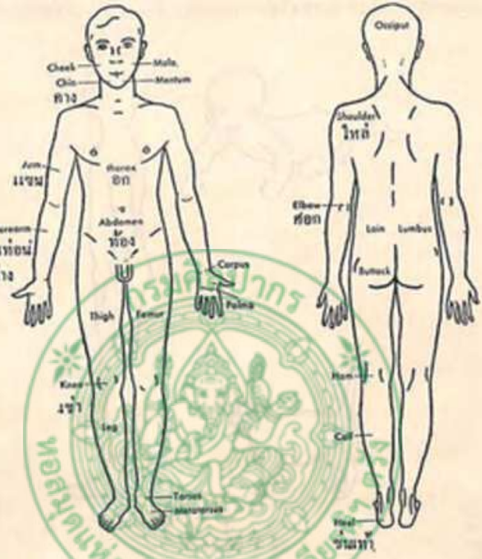
กรมศิลปากร

หนังสือตำรากายวิภาควิทยา ที่กล่าวถึงกายวิภาคของมนุษย์ ถ้าพูดถึงด้านที่มีกระดูกสันหลัง ใช้ทั้งคำว่า Dorsal และ posterior และใช้ทั้งคำว่า Ventral และ Anterior บอกถึงด้านตรงข้าม นักกายวิภาคแห่งกายวิภาควิทยา เทียบระหว่างมนุษย์และสัตว์ (Comparative Anatomy) ถ้าพูดถึงส่วนหัวของสัตว์ หมายถึงทางด้านหน้าของคน ถ้าด้านตรงข้ามก็เป็นด้านหลัง posterior คือ ทางที่มีกระดูกสันหลังก็เป็นด้านหลัง back bone dorsal ทางตรงข้ามก็เป็นด้านหน้า (ventral)

ด้านศีรษะบางทีก็ใช้คำว่า Cranial หรือ superior และด้านตรงข้ามก็เป็นด้านหาง หรือปลาย หรือ caudal หรือ Inferior

ส่วนที่อยู่ข้างบนของส่วนอื่นก็เป็น Superior และส่วนล่างก็เป็น Inferior

ด้านหน้า ด้านหลัง



(รูปที่ ๕)

ศัพท์ที่ใช้ทั่วๆ ไป ในกายวิภาคของมนุษย์ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว

Sagittal plane เป็น dorso-ventral plane คือ เส้นจากข้างหลังมาข้างหน้าของลำตัว ซึ่งแบ่งร่างกายออกเป็นซีกขวาและซีกซ้าย หรือครึ่งขวาและครึ่งซ้าย แบ่งตามยาวของลำตัว (longitudinal)

coronal หรือ frontal plane แบ่งลำตัวออกเป็นส่วนหน้าและส่วนหลัง

Transverse plane แบ่งลำตัวออกเป็นศีรษะ (cranial) และส่วนเท้า (caudal)

Medial (mesial) ส่วนกลาง เป็นส่วนที่อยู่ใกล้เส้นผ่าศูนย์กลางของลำตัว (mid sagittal plane)

Lateral (ด้านข้าง ๆ) คือ ส่วนที่อยู่ห่างจากเส้นผ่าศูนย์กลางของลำตัว

Horizontal (แนวนอน) หรือลำตัวขนานไปกับพื้น คำนี้ควรใช้เมื่อกล่าวถึงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของบุคคลนั้น ๆ

ถ้าใช้คำที่เกี่ยวกับฝ่าเท้า ก็แสดงถึงส่วนตามขวาง เมื่อบุคคลผู้นั้นอยู่ในท่า Anatomical position

Internal เกี่ยวกับข้างใน และ external เกี่ยวกับข้างนอก เราใช้อธิบายถึงผนังของโพรงของร่างกาย (cavities) หรืออวัยวะภายในเนื้อที่กลวง

Proximal (ส่วนใกล้) ใช้อธิบายถึงตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับลำตัว

Distal (ส่วนไกล) ใช้อธิบายถึงตำแหน่งที่อยู่ไกลกับลำตัว ดังเราเคยใช้ Proximal end หรือ distal end ของนิ้วมือ

Parietal (ภาษาละตินเรียน paries แปลว่า ผนัง) ใช้อธิบายถึงเยื่อที่เป็นผนังที่บุช่องต่าง ๆ ของร่างกาย หรือที่บุอวัยวะ หรือหุ้มอวัยวะต่าง ๆ

Visceral (ภาษาละตินเรียน Viscus แปลว่า อวัยวะ) หมายถึงอวัยวะต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในช่องอกและช่องท้อง ซึ่งรวมทั้งช่องเชิงกรานด้วย

Periphery หมายถึงข้างนอก หรือผิว ๆ ของร่างกาย หรือของอวัยวะต่าง ๆ

Superficial คือส่วนตื้น ที่อยู่ใกล้กับผิวด้านนอกของอวัยวะ

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

สรุป

ร่างกายมนุษย์

- ช่องด้านหน้า
  - ๑. ช่องอก — หลอดอาหาร หลอดลม ปอด หัวใจ หลอดโลหิต และหลอดน้ำเหลือง

    ในช่องปอดทั้งซ้ายและขวา บุด้วยเยื่อหุ้มปอดที่ชื่อ pleura แต่ละข้างมีปอดบรรจุอยู่

    บริเวณเยื่อหุ้มปอดที่กั้นกลางช่องอก หรือ Mediastinum มีต่อมไธมาส หลอดลมใหญ่ หลอดลมแยก ท่อและต่อมน้ำเหลือง เส้นประสาท หลอดอาหาร หัวใจ เส้นโลหิตใหญ่

    กะบังลม ช่วยกั้นระหว่างช่องอกและช่องท้อง
  - ๒. ช่องท้อง — กระเพาะอาหาร ม้าม ตับอ่อน ตับ ถุงน้ำดี ไต ลำไส้ใหญ่ และลำไส้เล็ก
  - ช่องเชิงกราน (ใต้ช่องท้องลงมา)
    - ๑. ส่วนใหญ่หรือเชิงกรานไม่แท้
    - ๒. ส่วนเล็กหรืออุ้งเชิงกรานแท้ มีกระเพาะปัสสาวะ ทวารหนัก และอวัยวะสืบพันธุ์

    ช่องท้องบุด้วยเยื่อบุช่องท้อง Peritonium ซึ่งบรรจุอวัยวะที่อยู่ (ข้างบน) นอกจากไต ไตอยู่ระหว่างเยื่อบุช่องท้องกับกระดูกสันหลัง
- ช่องด้านหลัง
  - ๑. ช่องสมอง มีมันสมอง
  - ๒. ช่อง ไขสันหลัง มีไขสันหลัง
- ช่องด้านหน้าของกะโหลกศีรษะ
  - ๑. เบ้าตา — มีเส้นประสาทตา กล้ามเนื้อของตา อวัยวะที่เกี่ยวกับน้ำตา
  - ๒. ช่องจมูก โครงสร้างที่ประกอบเป็นจมูก
  - ๓. ช่องปาก มีฟัน และฟัน

บทที่ ๒

ร่างกายมนุษย์เป็นที่รวมของเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบต่าง ๆ

เซลล์เป็นโครงสร้างหน่วยที่เล็กที่สุดของร่างกาย ที่เป็นหน่วยสำคัญในการเจริญเติบโต ในการที่จะเรียนถึงร่างกายของมนุษย์ทั้งหมดให้เข้าใจได้ดีขึ้นนั้น ก็จำเป็นต้องแยกออกเป็นส่วน ๆ เช่นเรียนเป็น ระบบ อวัยวะ เนื้อเยื่อ และละเอียดลงไปจนถึงเซลล์

คำว่า ระบบ หมายถึงอวัยวะที่ทำหน้าที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อย่างใกล้ชิดในหน้าที่อันเดียวกัน

ระบบกระดูก ประกอบด้วยกระดูกทั้งหมดที่เป็นโครงของร่างกาย รวมทั้งเนื้อเยื่อเกี่ยวพันธ์ (connective tis.) ซึ่งช่วยยึดกระดูกเหล่านั้นให้ติดกัน

หน้าที่ที่สำคัญที่สุดคือ ช่วยพยุง รับน้ำหนักของร่างกาย ป้องกันอวัยวะภายในและช่วยในการเคลื่อนไหว

ระบบกล้ามเนื้อ ประกอบด้วยกล้ามเนื้อทั้งหมดของร่างกาย

หน้าที่ที่สำคัญก็คือ ช่วยในการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ระบบประสาท ประกอบไปด้วยมันสมอง ไขสันหลัง ปมประสาท (ganglia) เส้นประสาทและปลายประสาทที่บังคับเนื้อกล้าม (motor terminals) ประสาทความรู้สึก (sensory) ซึ่งแยกออกเป็นสองระบบ คือ

(๑) ระบบประสาทที่เกี่ยวกับอวัยวะภายใน Visceral system

(๒) ระบบประสาทที่เกี่ยวกับอวัยวะอื่น ๆ ที่นอกจากอวัยวะภายใน Somatic system

หน้าที่สำคัญก็คือ ช่วยติดต่อระหว่างปลายประสาทที่รับความรู้สึก (sensory nerve) ส่งไปยังประสาทที่นำความรู้สึกไปสู่ศูนย์กลางประสาท ให้ประสานงานร่วมกับประสาทที่บังคับเนื้อกล้าม (Motor center) ให้ทำงานตามความต้องการของร่างกาย เพื่อเหมาะสมและเข้ากับสถานการณ์ที่แวดล้อม

ระบบประสาทประกอบด้วย ศูนย์กลางของความรู้สึก อารมณ์ และความนึกคิดต่าง ๆ

ระบบหลอดเลือด หรือระบบการไหลเวียนของโลหิต ประกอบด้วยหัวใจ หลอดโลหิต และโลหิต รวมทั้งหลอดน้ำเหลือง และน้ำเหลือง

หน้าที่สำคัญก็คือ แจกจ่ายอาหารและน้ำให้แก่เซลล์ทั้งหมดของร่างกาย โดยสม่ำเสมอกัน และรักษาระดับจำนวนของน้ำในเนื้อเซลล์โดยการหล่อเลี้ยงเซลล์เหล่านั้นให้คงไว้ในสภาพปกติ เพื่อรักษาสมรรถภาพของตัวเซลล์เหล่านั้น ให้คงอยู่ทั้ง stable state, homeostesis ตลอดเวลา

ระบบต่อมไม่มีท่อ หรือ Endocrine system ระบบนี้รวมต่อมไธรอย พาราไธรอยด์ไธมาส ต่อมหมวกไต ต่อมพิทูอิแทรี่ และไพเนียลบอดี้ (Pineal Body) และในระบบนี้ยังกล่าวถึงต่อมบางจำพวกที่เป็นทั้งต่อมที่มีท่อและต่อมไม่มีท่อ รวมอยู่ในอวัยวะอันเดียวกันอีกด้วย เช่น ตับอ่อน รังไข่ ต่อมลูกหมาก และตับ

หน้าที่สำคัญของระบบนี้ คือ ช่วยผลิตสารชนิดพิเศษให้แก่ร่างกาย ซึ่งช่วยในการทำงานและสมรรถภาพของเซลล์ เช่นเดียวกับช่วยพวกเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ทำงาน

ระบบหายใจ ประกอบด้วยจมูก หลอดคอ หลอดอาหาร หลอดลมใหญ่ และปอด

หน้าที่สำคัญ คือ รับอากาศออกซิเจนเข้าไปเลี้ยงร่างกาย และถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ออก

ระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วยท่อทางเดินของอาหาร และต่อมเป็นจำนวนมาก เช่นต่อมน้ำลาย ตับอ่อน ตับ

หน้าที่สำคัญ คือ เป็นที่รับอาหาร ทำการย่อย ดูดซึมอาหาร และถ่ายของเสียบางอย่างออกจากร่างกาย

ระบบขับถ่าย ประกอบด้วยอวัยวะที่ช่วยในการขับถ่ายปัสสาวะ เช่น ไต ท่อปัสสาวะที่ต่อมาจากไต ท่อปัสสาวะออกภายนอก และรวมการขับถ่ายทางหายใจออกทางลำไส้ใหญ่และทางผิวหนัง

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

หน้าที่ คือ ถ่ายของเสียที่เป็นผลจากการทำงานของเซลล์

ระบบสืบพันธุ์ ในผู้ชายประกอบด้วยลูกอัณฑะ ท่อน้ำอสุจิ ถุงน้ำอสุจิ ลึงค์ หลอดไต หลอดปัสสาวะ ต่อมลูกหมาก และต่อม Bulbo-urethra ในผู้หญิง มีรังไข่ ท่อรังไข่ มดลูก ช่องคลอด บริเวณปากหลอดสมพาส (vulva)

ระบบที่กล่าวมานี้ทุก ๆ ระบบ ต่างก็มีความสัมพันธ์และอาศัยซึ่งกันและกัน ถึงแม้ว่าแต่ละระบบก็มีหน้าที่ของมันเองโดยเฉพาะ แต่หน้าที่ของแต่ระบบก็ต้องอาศัยความร่วมมือกับระบบอื่น ๆ ด้วย เช่นโครงกระดูกไม่สามารถจะพยุงร่างกายไว้ได้ถ้าปราศจากความช่วยเหลือของกล้ามเนื้อ เส้นประสาท การไหลเวียนของโลหิต ส่วนระบบอื่น ๆ ก็เป็นหน้าที่ของน้ำที่หล่อเลี้ยงร่างกาย (Body fluid) และความช่วยเหลือของระบบประสาทที่จะช่วยในการทำงานของแต่ละระบบ

อวัยวะแต่ละอันก็เป็นส่วนหนึ่ง ๆ ในระบบนั้น ๆ แต่อวัยวะประกอบขึ้นด้วยเซลล์ตามชนิดของเซลล์ที่จะให้หน้าที่โดยเฉพาะของอวัยวะนั้น ๆ ระบบหนึ่ง ๆ ก็ประกอบขึ้นด้วยอวัยวะหลาย ๆ ชิ้น ซึ่งแต่ละอวัยวะก็แบ่งเฉลี่ยงานกันทำตามความสามารถของอวัยวะนั้น ๆ แล้วมารวมกันเป็นหน้าที่ใหญ่ประจำระบบหนึ่ง ๆ เช่นระบบขับปัสสาวะประกอบด้วยอวัยวะต่อไปนี้ (๑) ไตมีสองข้างซึ่งขับปัสสาวะโดยการกรองสิ่งที่เสียออกจากร่างกาย โดยกรองออกจากโลหิต (๒) ท่อไตสองอัน ซึ่งช่วยนำปัสสาวะออกจากไตไปสู่กระเพาะปัสสาวะ (๓) กระเพาะปัสสาวะช่วยเก็บปัสสาวะ และ (๔) ท่อปัสสาวะเป็นท่อที่ให้ปัสสาวะไหลผ่านจากกระเพาะปัสสาวะออกมาสู่ภายนอก ในขณะที่ถ่ายปัสสาวะจะสังเกตเห็นว่า อวัยวะเหล่านี้อาศัยซึ่งกันและกัน แต่ละอวัยวะนอกจากจะมีโครงสร้างต่างกันแล้ว ยังมีหน้าที่ต่างกันด้วย ถึงแม้จะอยู่ในระบบเดียวกัน แต่ละอวัยวะก็จะช่วยขับปัสสาวะ

เนื้อเยื่อ Tissue เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบกันขึ้นเป็นอวัยวะ เช่น กระเพาะอาหารประกอบไปด้วย Columnar epithelial tissue กล้ามเนื้อไม่มีลาย Smooth muscle เนื้อเยื่อสัมพันธ์ Connective tissue และ Serous tissue

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ แสดงให้เห็นจริงว่า tissue แต่ละชนิด ประกอบขึ้น

ด้วยหน่วยเล็กๆ ที่เรียกว่า เซลล์ เซลล์เหล่านี้มีสิ่งที่อยู่ระหว่างเซลล์ (Intercellular material) สิ่งที่อยู่ระหว่างเซลล์เหล่านี้มีหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละชนิดมีส่วนประกอบต่าง ๆ กัน ตามแต่ชนิดของ tissue

การเรียงตัวของเซลล์

การศึกษาที่ว่าอวัยวะแต่ละชิ้นประกอบด้วย Tissue ต่างชนิดกันนั้น แสดงให้เห็นว่า tissue เหล่านั้นจัดเรียงกันเป็นระเบียบอยู่ในอวัยวะหนึ่ง ๆ ตามแบบ (pattern) ชนิดของมัน tissue บางชนิดมองเห็นชัดมากจากกล้องจุลทรรศน์ เพราะเหตุว่ามันมีการเรียงตัวที่ไม่เหมือนกับชนิดอื่น ๆ เช่น กลุ่มเซลล์ของปอด กลุ่มเซลล์ของตับ Reflex arc ของระบบประสาท Haversian system ของกระดูก บางครั้งการเรียงตัวของเซลล์ใน Unit ไม่เป็นไปตามรูปนี้ บางทีอาจเป็นเพราะว่าแต่ละ Unit เล็ก ๆ ของมันมองเห็นไม่ชัดในกล้องจุลทรรศน์ และบางทีก็ยากแก่การจะเรียกชื่อด้วย เช่น Villus (ปุ่มเล็ก ๆ ที่เยื่อเมือกของลำไส้เล็ก) ตอน Duodenum และผนังทางด้านหลังของมัน ทั้งหมดนี้อาจจะเรียกว่า Duodenal Unit ชื่อเรียกนี้บ่งชัดถึงโครงสร้างและสรีรภาพของมัน เพราะฉะนั้นบางทีจึงเรียกว่า Functional unit หรือ Unit pattern

Functional unit หรือ Unit pattern อาจจะให้คำจำกัดความเคร่า ๆ ได้ว่า เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ของเซลล์ที่มารวมกันมาก ๆ เข้าเป็นอวัยวะหนึ่ง ถ้าหมายถึงตับถ้าดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นว่าซีกหนึ่ง ๆ ประกอบไปด้วยเซลล์ต่อ ๆ กันคล้ายโซ่ ซึ่งมีไว้สำหรับเป็นทางนำเลือด น้ำเหลือง และเส้นประสาทมาสู่บริเวณนั้น ๆ โดยเฉพาะ การจัดระเบียบเซลล์แบบนี้ช่วยให้บริเวณนั้นมีเนื้อที่สำหรับบรรจุเซลล์ และน้ำหล่อเลี้ยงร่างกายได้มากกว่าแห่งอื่นเพื่อช่วยหน้าที่ของตับให้มีหน้าที่สมบูรณ์เต็มที่

บาง Unit เรียกชื่อตามหน้าที่ของมัน เช่น Reflex arc ซึ่ง Reflex arc เกือบทั้งหมดยาวมากไม่ง่ายนักที่จะใช้กล้องดูให้ตลอด ถ้าเราใช้ดูด้วยตาเปล่าก็จะเห็น Unit นี้ได้ค้นพบหน้าที่ของมันก่อนที่จะได้เห็น Pattern ของมันว่ามีลักษณะอย่างไร

Functional unit ประกอบไปด้วย tissue   Tissue เหล่านั้นต่างก็ประกอบไปด้วยเซลล์ และน้ำระหว่างเซลล์ ในชีววิทยากล่าวถึงการเจริญขั้นต้นของเซลล์ ในทฤษฎีของเซลล์ว่า เซลล์เป็นหน่วยเล็ก ๆ ที่มีโครงสร้างและหน้าที่สำคัญในการเจริญวัยของสิ่งที่มีชีวิต เพราะฉะนั้นเราจึงจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงกัมมันตภาพ (Activities) และโครงสร้างของมันไว้ด้วย

ในสัตว์ชั้นต่ำ ประกอบด้วยเซลล์เซลล์เดียว (Simple Animal) เรียกว่า Unicellular Animal สัตว์พวกนี้มีหน้าที่ในการดำเนินชีวิตของมัน เช่น การพยุงตัว การเคลื่อนไหว การย่อยอาหาร เก็บอาหาร จ่ายอาหาร ถ่ายเทของเสีย มีความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อม และมีหน้าที่สืบพันธุ์ ชีวิตของแต่ละตัวของเซลล์ ดำรงอยู่โดยอาศัยความสามารถตามหน้าที่เหล่านี้ สัตว์พวกนี้ เช่นอามีบา (Amoeba) ซึ่งจะสังเกตเห็นจากการเรียนด้วยกล้องขยาย

สัตว์ชั้นสูง คือ สัตว์ที่ประกอบไปด้วยเซลล์หลายเซลล์ (Multicellular Animal) มนุษย์เราน่าจะได้พิจารณาว่าเป็นสัตว์ที่มีหลายล้านเซลล์ นอกจากนั้นยังประกอบไปด้วยสิ่งที่เชื่อมเซลล์ Intercellular Material ในสัตว์ชั้นสูงแต่ละเซลล์ไม่ได้ทำหน้าที่หนึ่ง ๆ โดยเฉพาะหน้าที่ส่วนใหญ่ต้องเป็นไปตามหน้าที่ของระบบหนึ่ง ๆ ของร่างกาย เช่นในเรื่องการกินอาหาร การหายใจ การถ่ายเทของเสีย เป็นต้น แต่ละเซลล์ต้องอาศัยการไหลเวียนของโลหิตและน้ำเหลืองเพื่อร่วมมือกัน ในหน้าที่ของระบบนั้น ๆ ในการดำรงชีวิตให้ปกติสุข

โครงสร้างของเซลล์

เซลล์เป็นหน่วยเล็กที่สุดของสิ่งที่มีชีวิต ประกอบด้วย

ผนังของเซลล์ เป็นเยื่อที่บาง ละเอียด หุ้มตัวเซลล์อยู่ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยส่วนอื่น ๆ อีก

Protoplasm เรียกน้ำเลี้ยงที่มีอยู่ภายในผนังของเซลล์ทั้งหมด

Cytoplasm หรือ Cytosome คือส่วนของโปรโตพลาสซึมที่แยกเอานิวเคลียสออก

ขนาดและรูปร่างของเซลล์มีหลายชนิด บางชนิดเป็น Homogenous คือเหมือนกันหมดทั้งตัวเซลล์ เซลล์บางชนิดกลวง (Alveolar) และบางชนิดภายในเซลล์มีจุดต่าง ๆ เล็ก ๆ (Granules)

Hyaloplasm คือ แกรนนูลเล็ก ๆ ซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันภายในตัวเซลล์ ถ้ามองด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดามักจะได้ คือ มองไม่เห็น ต้องมองด้วยกล้องพิเศษ (Ultramicroscope) การศึกษาถึง Cytoplasm และนิวเคลียส ใช้วิธีย้อมสีโดยใช้น้ำยาทางเคมีช่วย หรือบางทีก็ต้องมีการย้อมโดยใช้วิธีพิเศษ เรียกว่า Micromanipulation ในสมัยก่อนการศึกษาในด้านเซลล์วิทยา Cytology ก็ศึกษารูปร่างของเซลล์โดยอาศัยน้ำยาทางเคมีเข้าช่วยเท่านั้น (Chemical Morphology) แต่ในสมัยนี้การศึกษาต้องศึกษาทั้งสรีรวิทยา โดยอาศัยน้ำยาทางเคมีช่วย (Chemical Physiology) เป็นการเรียนควบกันไป

Karyoplasm คือส่วนของ protoplasm ที่อยู่ในนิวเคลียส ภายในนี้มี ลินิน (คือสิ่งที่ติดสีย้อมที่มีฤทธิ์เป็นกรด) และมีโครมาติน (ติดสีย้อมที่มีฤทธิ์เป็นด่าง)

Karyosome หรือ นิวคลีโอลัสของโครมาติน

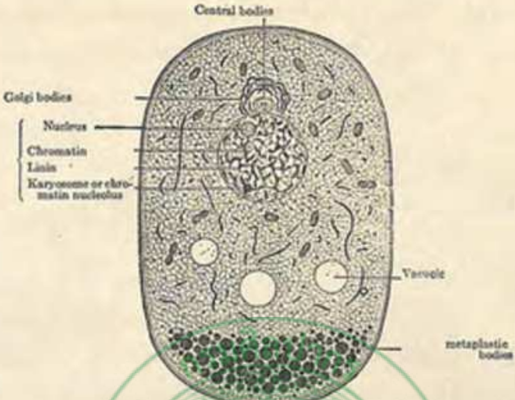
นิวเคลียสนี้สำคัญในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร และกระทำหน้าที่ต่าง ๆ ของเซลล์ และที่สำคัญ คือ การแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์ และให้เซลล์ที่เกิดใหม่มีลักษณะเหมือนแม่เซลล์

ในเซลล์ที่กำลังแบ่งตัว โครมาตินจะรวมกันเป็นก้อน หรือเป็นเส้นเรียกว่า Chromosome จำนวนของโครโมโซมนี้มีจำนวนจำกัด แล้วแต่ว่าเซลล์นั้น ๆ จะอยู่ในพันธุ์ไหน ซึ่งแต่ละพันธุ์ (Species) ก็มีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน

Central Bodies หรือ Centrosome โดยมากอยู่เป็นคู่ ๆ ข้าง ๆ นิวเคลียสทำหน้าที่เกี่ยวกับ Activities หรือการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์หลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับการแบ่งตัวของเซลล์

Golgi Bodies โดยมากอยู่ใกล้ ๆ กับนิวเคลียส อยู่รอบ ๆ Central Bodies

Vacuoles ช่องว่างในเซลล์



(รูปที่ ๖) *แสดงรูปส่วนประกอบของเซลล์โดยทั่วๆไป* (Macmillan Company)

หน้าที่สำคัญของเซลล์คือ:—

Metabolism หมายถึงการเปลี่ยนแปลงภายในตัวเซลล์ ที่จะช่วยดำรงชีวิตของมัน แบ่งออกเป็น

ก. Anabolism หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เซลล์มีการเจริญเติบโต

ข. Catabolism หมายถึงการกำจัดของเสียออกจากตัวเซลล์

ทั้งสองอย่างนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในตัวเซลล์ ซึ่งแล้วแต่การกระตุ้นเตือนโดยเหตุอื่นๆ เช่นการใช้ไฟฟ้าความอบอุ่น หรือใช้ยาบางชนิด

(รูปที่ ๗) *แสดงการเปลี่ยนแปลง หรือ* metabolism *รูปกลม คือ ตัวเซลล์*

การเปลี่ยนแปลงภายในตัว cells ที่ทำให้ cells ดำรงชีวิตอยู่ได้ที่สำคัญมี

(๑) การพยุงตัวของมัน คือ การยึดตัวกันของส่วนต่าง ๆ ภายในตัวเซลล์และยังมีเยื่อหุ้มตัวเซลล์อีกทีหนึ่ง

(๒) การหายใจ เซลล์หายใจโดยอากาศซึมผ่านผนังของเซลล์เข้าไป ตลอดเวลาเหล่านี้ ซึ่งที่อยู่ภายในผนังของเซลล์ ได้มีการรวมตัวกับออกซิเจน ซึ่งเป็นผลของ Oxidation ช่วยทำให้เกิดกำลังงาน เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียต่าง ๆ ซึ่งจะถูกถ่ายออก

จุดมุ่งหมายของร่างกายเราที่ต้องมีการหายใจ ก็เพื่อรับออกซิเจนจากอากาศแจกจ่ายให้กับเซลล์ทั่วถึงกัน และเพื่อระบายเอาคาร์บอนไดออกไซด์ที่เซลล์แต่ละตัวถ่ายออกสู่ภายนอก นี้ต้องอาศัยการหายใจและการไหลเวียนของน้ำเลี้ยงร่างกาย (Body Fluid) ซึ่งจะช่วยพาออกซิเจนร่วมไปด้วย

(๓) การใช้อาหารภายในเซลล์ เซลล์ได้รับอาหารโดยการที่อาหารซึมผ่านผนังของเซลล์เข้าไป แล้วถูกใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่นซ่อมแซม Protoplasm และช่วยการเจริญของเซลล์ โดยการที่อาหารถูกรวมกับออกซิเจน หรือถูก Oxidized โดยวิธีนี้ทำให้เซลล์มีกำลังงาน และรักษาหน้าที่ของเซลล์ให้เป็นไปโดยสม่ำเสมอ

(๔) การเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวของเซลล์มีสองรูป ซึ่งแล้วแต่การหดตัวของ protoplasm คือ

ก. Amoeboid Movement คือการที่เซลล์เคลื่อนตัวโดยการที่ยื่นผนังของเซลล์ไปก่อน แล้ว protoplasm ข้างในจะไหลตามไป ส่วนที่ยื่นออกไปเราเรียกว่า เท้าปลอม pseudopodia อาการที่ยื่นเท้าปลอมออกไปนี้จะเร็วหรือช้าก็ตาม จะทำให้รูปร่างของเซลล์เปลี่ยนไป ในที่สุดเซลล์ก็เคลื่อนที่ได้ช้า ๆ (ดูรูป ๔)

ข. Ciliary Movement คืออาการเคลื่อนไหวของเซลล์โดยอาศัยขน (cilia) ซึ่งเป็นเส้นเล็ก ๆ มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ขนนี้ยื่นออกจากผิวของเซลล์ ตัวอย่างของเซลล์ที่มีขน เช่น Epithelial cells

(๕) การไหลเวียนของเลือด นี้อาศัยการไหลเลื่อนของ protoplasm เมื่อได้รับอาหารหรืออากาศจากผิวของเซลล์ แล้วก็จะไหลเวียนไปทั่ว ๆ เซลล์ เพื่อแจกจ่ายอาหารและออกซิเจนให้ทั่วถึง และของเสียภายในตัวเซลล์ก็จะค่อย ๆ พาไหลมาใกล้ ๆ กับผิวของเซลล์เพื่อถ่ายออกข้างนอก

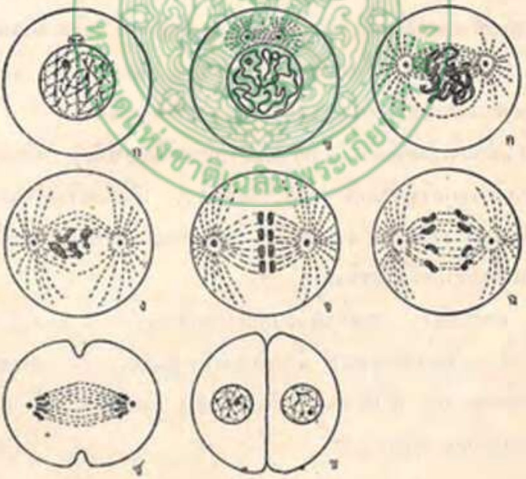
(๖) การขับถ่าย ทุก ๆ เซลล์สามารถจะขับถ่ายของเสียออกจากผิวของเซลล์ได้

(๗) การนำความรู้สึก เซลล์มีคุณสมบัติที่จะรับรู้เมื่อมีสิ่งมากระตุ้น ถ้าหากการกระตุ้นหรือสัมผัสแรงพอ จะกระเทือน protoplasm ของเซลล์ ทำให้เซลล์รับรู้ การรับรู้นี้ทำให้เซลล์มีการเปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นหรือลดลงภายในตัวของมัน การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น protoplasm จะตื่นตัว เช่นมีการเคลื่อนไหว การเจริญเติบโต แต่ถ้าลดลงก็ตรงกันข้าม

(๘) การแบ่งตัวของเซลล์ เซลล์ของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลาย สามารถจะเจริญเติบโตและเกิดลูกหลานต่อ ๆ กันได้ ในร่างกายคนเรา ถ้าเซลล์ส่วนไหนถูกทำลายหรือตายลงจะถูกขับออกจากร่างกาย แล้วเซลล์ใหม่จะเกิดขึ้นแทนที่ (เพื่อให้อวัยวะต่าง ๆ คงไว้ซึ่งหน้าที่และรูปร่าง) เซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่ โดยมากเกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์ที่คงอยู่

การแบ่งตัวของเซลล์นั้นมี ๒ อย่าง หรือ ๒ วิธี

ก. โดยทางอ้อม (Indirect) หรือ Mitosis เซลล์โดยมากแบ่งตัวโดยวิธีนี้ (ดูรูป ๘)



(รูปที่ ๘) *แสดงถึงการแบ่งตัวโดยทางอ้อม* (Macmillan Company)

ในการแบ่งตัวโดยทางอ้อม การเปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนภายในนิวเคลียสที่อยู่ภายในเซลล์ก่อน ตามลำดับดังนี้

๑. จุดหรือ Granules ที่มีในนิวเคลียสจะเห็นชัดขึ้น แกรนูลเหล่านี้เป็นส่วนประกอบของโครมาติน (ดูรูป ๔ ก.)

๒. โครมาติน (เป็นตัวที่ติดสีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ทำให้นิวเคลียสเห็นชัด) ที่อยู่ภายในนิวเคลียสจะมารวมกันเป็นเส้น ที่เรียกว่า โครโมโซม (Chromosome) (ดูรูป ๔ ข.ค.ง.) โครโมโซมนี้มีจำนวนจำกัดตามชนิดพันธุ์ของเซลล์

๓. โครโมโซมแต่ละอันจะแบ่งตามยาวเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน

๔. แต่ละส่วนของมันเรียงกันอยู่เป็นสองแถว (ดูรูป ๔ จ.)

๕. แถวหนึ่ง ๆ ของโครโมโซม เป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของโครโมโซมทั้งหมด แล้วแถวหนึ่งหรือครึ่งหนึ่งนั้นจะเคลื่อนไปสู่ขั้วของเซลล์แต่ละข้างที่อยู่ทางด้านนั้น ๆ (ดูรูป ๔ ฉ.ช.)

โดยเหตุนี้เมื่อแม่เซลล์แบ่งตัว จำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่เกิดใหม่แต่ละอันเป็นโครโมโซมเพียงครึ่งอันจากโครโมโซมทุก ๆ อันที่มาจากแม่เซลล์ โครโมโซมของเซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่ (ดูรูป ๔ ซ.) ในที่สุดเปลี่ยนแกรนูลต่อไป โดยเหตุนี้ เซลล์ที่เกิดใหม่จะมีลักษณะเหมือนแม่เซลล์ทุกอย่าง นอกจากขนาดเล็กไปเท่านั้น

โครโมโซมนี้เป็นตัวที่มี Gene คือ สิ่งที่ทำให้เซลล์มีกรรมพันธุ์ หรือทำให้เซลล์มีลักษณะเดียวกันในหมู่พันธุ์เดียวกัน โดยวิธีนี้เราจะรู้ว่า เป็นเซลล์ชนิดไหน Gene ของแต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นส่วนประกอบทางเคมีของโครโมโซมด้วย ส่วนประกอบทางเคมีนี้ซับซ้อนมาก

ข. โดยทางตรง เซลล์บางชนิดแบ่งตัวโดยทางตรง Direct Division หรือเรียก Amitosis วิธีนี้เซลล์จะยืดตัวยาวออก นิวเคลียสและ Cytoplasm เล็ก และคอดตรงกลาง ในที่สุดจะขาดออกจากกัน ทำให้เซลล์แบ่งตัวเป็นสองตัว เซลล์ที่เกิดใหม่นี้ ภายหลังจะมีขนาด และเจริญขึ้นเท่า ๆ กับแม่เซลล์

สรุป

ระบบ — หมายถึงการจัดระเบียบของหมู่อวัยวะต่าง ๆ เข้าเป็นพวกเดียวกันเรียกว่า ระบบหนึ่ง ซึ่งแต่ละอวัยวะในระบบนั้น จะทำหน้าที่คล้าย ๆ กัน หรือร่วมกันทำหน้าที่อันหนึ่งอันเดียวกันภายในระบบนั้น

ระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายมนุษย์มี ๙ ระบบ

๑. ระบบกระดูก...Skeletal System
๒. ระบบกล้ามเนื้อ...Muscular System
๓. ระบบประสาท...Nervous System
๔. ระบบเส้นโลหิต หรือการไหลเวียนของโลหิต Vascular or Circulatory System
๕. ระบบต่อมไม่มีท่อ...Endocrine System
๖. ระบบหายใจ...Respiratory System
๗. ระบบการย่อยอาหาร.......................................Digestive System
๘. ระบบขับถ่าย..Excretory System
๙. ระบบสืบพันธุ์..Reproductive System

อวัยวะ — เป็นหน่วยหน้าที่ของร่างกาย ประกอบไปด้วย tissue สองชนิด หรือมากกว่าสองชนิดขึ้นไป รวมกันอยู่เป็นหน่วยหนึ่ง หรืออวัยวะหนึ่ง ซึ่งแต่ละอวัยวะก็มีหน้าที่โดยเฉพาะ

เนื้อเยื่อ หรือ Tissue — ประกอบด้วยหมู่ของเซลล์ และสิ่งที่เชื่อมอยู่ระหว่างเซลล์ (Inter-cellular material) สิ่งที่อยู่ระหว่างเซลล์จะมากหรือน้อยแล้วแต่ชนิดของเนื้อเยื่อนั้น ๆ

1Functional Unit { คำจำกัดความ { เป็นกลุ่มเล็กที่สุดของเซลล์ (กับ Intercellular material) กลุ่มเซลล์นี้รวมกันมาก ๆ เข้า ประกอบขึ้นเป็นอวัยวะ

- **Functional Unit หน่วยหน้าที่ หรือ Unit pattern**
  - ตัวอย่างของแต่ละอันที่มีชื่อเช่น
    - กลุ่มเซลล์ของปอด (Lung Units)
    - กลุ่มเซลล์ของไต (Nephron)
    - กลุ่มเซลล์ของกระดูก (Harversian System)
    - กลุ่มเซลล์ของประสาท (Reflex Arc)
  - ที่ไม่มีชื่อเช่น
    - Villus
    - และต่อมของ Duodenum (ส่วนต้นของลำไส้เล็ก) กับผนังทางด้านหลังของมันเป็นต้น
- **แบบฟอร์มของหน่วย**
  - การแจกจ่ายน้ำเหลือง ไลหิตและเส้นประสาท
    - ตามแบบหรือรูปร่าง ของหน่วยที่ธรรม ชาติจัดขึ้น ก็เพื่อจะช่วยให้เซลล์ทุก ๆ เซลล์ในหน่วยนั้นได้รับน้ำเลี้ยงเซลล์โดยทั่วถึงกัน
  - กายวิภาคและสรีรวิทยาของแต่ละหน่วย
    - กายวิภาค หมายถึงเรียนถึงโครงสร้าง
    - สรีรวิทยา หมายถึงเรียนถึงหน้าที่ของแต่ละหน่วย
- **ทฤษฎีของเซลล์**
  - เซลล์เป็นหน่วยเล็ก ๆ ที่มีโครงสร้าง และหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโตของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลาย
- **อามีบา (Amoeba)**
  - เป็นตัวอย่างของสัตว์เซลล์เดียวที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยมีพร้อม การหายใจ กินอาหาร เก็บอาหาร แจกจ่ายไปทั่วเซลล์ เคลื่อนไหว ถ่ายของเสีย รับความรู้สึก และเจริญแพร่พันธุ์
- **โครงสร้างของเซลล์**
  - โพรโตพลาสซัม Protoplasm
    - ไซโตพลาสซัม Cytoplasm
      - Central Bodies
      - Golgi Bodies
      - Vacuoles
    - นิวเคลียส Nucleu
      - Plasmosome or Nucleolus
      - Chromatin
      - Linin
      - Karyosome or Nucleolus ของ Chromatin

โครงสร้างของเซลล์

- มีตาพลาสซัม (Metaplasm)
  - อาหาร
  - ของเสียต่าง ๆ
  - สิ่งอื่น ๆ ที่เซลล์เก็บไว้

หน้าที่ที่สำคัญของเซลล์

- Metabolism หรือการเปลี่ยนแปลงภายในตัวเซลล์ที่ให้เซลล์ดำรงชีวิตอยู่ได้
  - Anabolism คือวิธีการที่ทำให้เซลล์เจริญเติบโตขึ้น
  - Catabolism คือการถ่ายของเสียออกจากเซลล์

ทั้งหมดนี้แบ่งออกเป็น

๑ การพยุงตัวของมัน

๒ การหายใจ
- — เพื่อรับอากาศออกซิเจน
- — ถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ออก
- — ถ่ายความร้อน

๓ การกินอาหาร
- — เพื่อสร้างโพรโตพลาสซัม
- — เกิดกำลังงาน

๔ การเคลื่อนไหว
- — แบบอมีบา
- — โดยใช้ขน

๕ การไหลเวียนเลือด—คือการไหลของโพรโตพลาสซัมภายในเซลล์

๖ การขับถ่าย — ถ่ายของเสียทางผนังของเซลล์

๗ การรับความรู้สึก—สามารถรู้สึกเมื่อมีสิ่งมากระตุ้น และนำความรู้สึกนั้น ๆ ส่งต่อเซลล์ถัดๆ ไป

๗ การแบ่งตัวของเซลล์
- — ทางอ้อม เรียกว่า Mitosis
- — ทางตรง เรียกว่า Amitosis

บทที่ ๓

สรีรวิทยาของเซลล์

หน้าที่ของเซลล์แบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ ๒ พวก คือ

(๑) หน้าที่ของเซลล์ที่เกี่ยวข้องระหว่างตัวเซลล์กับน้ำเลี้ยงเซลล์ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเซลล์ ในที่นี้รวมทั้ง

ก. การส่งอาหารที่ได้มาจากโลหิต โดยอาหารนั้นกระจายผ่านผนังของเส้นโลหิตฝอยไปยังน้ำที่เลี้ยงเซลล์อยู่ แล้วผ่านผนังของเซลล์เข้าเลี้ยงตัวเซลล์ หรือส่งต่อไปให้เซลล์ใกล้เคียง

ข. สิ่งที่เซลล์ต้องการจะขับถ่ายออก โดยผ่านผนังของเซลล์ไปยังน้ำเลี้ยงเซลล์ แล้วผ่านผนังของเส้นโลหิตฝอยปนไปกับโลหิตในเส้นโลหิตนั้น แล้วถ่ายออกนอกร่างกายโดยทางใดทางหนึ่ง

การเกี่ยวพันธ์ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมนี้ อาศัยเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นเยื่อที่สามารถซึมผ่านได้ (Permeable) และแล้วแต่บริเวณผนังของเซลล์ที่ติดต่อกับภายนอก นอกจากนี้ยังแล้วแต่ความเข้มข้นของน้ำที่เลี้ยงเซลล์ด้วย โดยอาศัยเหตุนี้หน้าที่ของเซลล์ต้องขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาด และการจัดระเบียบของเซลล์ เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

(๒) หน้าที่ที่เกิดจากการเกี่ยวข้องระหว่างส่วนต่าง ๆ ภายในตัวเซลล์เอง รวมทั้งการใช้อาหารที่เซลล์ได้มา (ตามข้อหนึ่ง) ให้เกิดกำลังงาน หรือสะสมอาหารไว้ซ่อมแซมช่วยในการเจริญเติบโต และสร้างผลิตภัณฑ์บางอย่างที่เซลล์สามารถสร้างขึ้น หรือของเสียที่ต้องถ่ายออกเป็นต้น

จะเห็นว่า ทั้งสองข้อนี้เกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด เช่นการผลิตอาหารที่เซลล์ได้มาให้เป็นสิ่งอื่น (เช่น Glucose ให้เป็น Glycogen) และการที่เซลล์รักษาความเข้มข้นของน้ำตาล (Glucose) ถ้าภายในเซลล์มีความเข้มข้นต่ำ เซลล์พยายามจะดูดเอาน้ำตาลให้มากพอและที่มีอยู่แล้วก็เก็บเอาไว้ไม่ถ่ายออก หรือถ้าของเสียในเซลล์ เช่นคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้นมากเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของน้ำที่อยู่รอบ ๆ เซลล์ เซลล์ก็จะพยายาม

ถ่ายออกให้มากโดยวิธีการที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าวิธีการทั้งสองอย่างนี้อาศัยซึ่งกันและกัน จะได้อธิบายให้ละเอียดต่อไป

ความเจริญภายในตัวเซลล์ (Differenciation)

เซลล์สามารถเจริญขึ้นในรูปขนาด ลักษณะส่วนประกอบทางเคมี และความสามารถในหน้าที่

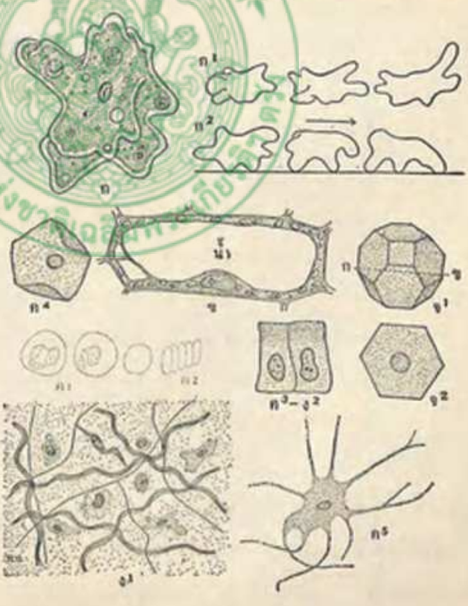
ในการสันนิษฐานที่ว่า เรารู้ว่าเซลล์เจริญขึ้นในลักษณะและส่วนประกอบทางเคมีของมัน ก็โดยเห็นได้จากหน้าที่ที่เซลล์ทำขึ้น

ในสัตว์ใหญ่ ๆ เซลล์ทุก ๆ เซลล์มีสองหน้าที่ คือ

(๑) ทำหน้าที่ดำรงชีวิตของตัวมันเอง

(๒) มีหน้าที่โดยเฉพาะของเซลล์ ซึ่งมีส่วนร่วมในหน้าที่เฉพาะของเนื้อเยื่อที่มันเป็นส่วนร่วมอยู่ด้วย

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติ



(รูปที่ ๔)

แสดงรูปร่างของเซลล์ต่างๆ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

ลักษณะหรือรูปร่างของเซลล์

ในรูปที่ ๔ ได้แสดงรูปร่างของเซลล์ในเซลล์หลายชนิด

รูป ก. เป็นเซลล์พวกอามีบาที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ด้านขวาสุดแสดงเท้าปลอมของอามีบาที่ยื่นออกไปทางด้านบน เช่นรูป ก. ๑ และยื่นออกไปทางด้านข้าง ๆ เช่นรูป ก. ๒ เส้นตรงที่ขีดไว้ใช้แทนริมของกระจก (Slide)

รูป ข. แสดงเซลล์ของพืช เป็นเซลล์ที่อยู่ที่เปลือกของพืช (Cellulose) ผนังของเซลล์จะมีรูปร่างคงที่ แน่นอน และมักเป็นเหลี่ยมเป็นมุม

รูป ค. ๑ แสดงเม็ดโลหิตขาว ที่มีรูปร่างกลม รูปทางด้านซ้าย คือ มองจากทางด้านหน้า ทางขวาเป็นด้านข้าง ค. ๒ เป็นเม็ดโลหิตแดงด้านหน้า ขวามองจากด้านข้าง ค. ๓ แสดงด้านข้างของเซลล์รูปกระบอกตัด ค. ๔ ด้านหน้าของเซลล์ที่มีรูปร่างแบน ๆ บาง ๆ ริมที่พับเข้ามาแสดงให้เห็นความบางของมัน ค. ๕ แสดงรูปเซลล์ที่มีผนังหยัก ๆ ไม่เรียบ คือ มีรูปร่างต่างจากเซลล์พวกที่กล่าวมาแล้ว

รูป ง. แสดงสิ่งที่อยู่ระหว่างตัวเซลล์ (Inter-cellular material.) ดังจะเห็นใน (Areolar connective tissue) ง. ๒ แสดงเซลล์ของตัวที่มีสิ่งที่กั้นระหว่างเซลล์น้อยมาก คือ มองเหมือนมีเส้นดำ ๆ กั้นกลางระหว่างเซลล์เท่านั้น

รูป จ. ๑ แสดงรูปร่างของเซลล์ที่มีชีวิต ชนิดที่มีลักษณะนุ่มนิ่ม (เช่นเซลล์ของพวกไขมัน) ถ้าเซลล์เหล่านี้อยู่ในสภาพอัดติดกันอยู่อย่างหลวม ๆ เช่นใน Adipose Connective tissue จ. ๒ แสดงว่าถ้าดูเซลล์เหล่านี้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ทางด้านหน้าตัด สมมุติว่าตัดตรง เส้น ก—ข (ในรูป จ. ๑) จุดศูนย์ที่เห็นชัดที่สุด (focus) จะเห็นรูปเซลล์ดังในภาพ

โดยทั่ว ๆ ไปเราก็พูดได้ว่า เนื้อที่ผนังของเซลล์ชนิดที่มีรูปกลมมีเนื้อที่น้อยกว่าเซลล์รูปอื่น ๆ เช่นผนังของเซลล์พวก connective tissue กับเซลล์ของประสาทเป็นต้น บริเวณผนังของมันกว้างจึงมีทางติดต่อกับน้ำเลี้ยงเซลล์ที่อยู่รอบๆ ได้มากกว่า เหล่านี้โดยการเปรียบเทียบจากเม็ดโลหิตขาว ที่มีรูปร่างกลมกับเซลล์รูปทรงกระบอกตัด หรือเซลล์พวกColumnar

(รูปที่ ๑๐)

แสดงขนาดของเซลล์

(เป็นเซลล์ของกล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจของหัวใจ ขยายกว้างกว่าจริง ๒๐๐ เท่า (ส่วนกว้างคือ ส่วนที่มีรอยตัดที่ ก.) และตามส่วนขยายนี้หมายถึงความยาวเป็น ๒๐๐ เท่าด้วย ข. เป็นเม็ดโลหิตแดงที่ขยาย ๒๐๐ เท่าเหมือนกัน)

ในผนังของเซลล์ที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน

ผนังของเซลล์ที่มีเนื้อที่ไม่เรียบเสมอกัน เช่นเซลล์ของประสาทนั้นจะมีบริมาตรเก็บอาหารได้น้อย แต่เพราะมีใยเล็กๆยาวๆยื่นออกไปหลายๆ อัน ทำให้ผนังของเซลล์มีเนื้อที่มากหรือกว้างขึ้น นี่หมายถึงผนังของเซลล์จำนวนมากได้สัมผัสหรือใรไปถึงการไหลเวียนของน้ำเหลือง ถึงในบริเวณที่มีน้ำเหลืองมาเลี้ยง ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะได้อาหารมาเลี้ยงเซลล์ได้อย่างพอเพียงทีเดียว

ขนาดของเซลล์ ขนาดของเซลล์ถ้าจะวัดอย่างละเอียดละออกันจริง ๆ นั้นยังไม่รู้แน่ ถึงแม้จะได้ทำการทดลองกันแล้วเป็นจำนวนมาก ก็ทำให้มีหลาย ๆ ความเห็น อย่างไรก็ดีทุก ๆ คนก็รับรองว่า เซลล์เป็นสิ่งที่เล็กมาก หน้าตัดของเม็ดโลหิตแดงเฉลี่ยประมาณ ๐.๐๐๗๕ มม. และหนาประมาณเศษหนึ่งส่วนสี่ เซลล์ของกล้ามเนื้อที่ลายอาจยาวถึงหนึ่งนิ้วหรือมากกว่า แต่หน้าตัดประมาณ ๐.๐๕ มม. ความยาวทั้งหมดของปุ่มใย (Processes) ที่อยู่ผิว ๆ หรือตรงกลางของเส้นใยประสาทรับความรู้สึกของไขสันหลัง อาจยาวตั้งแต่นิ้วเท้าถึงส่วนปลายสุดด้านหลังของสมอง (Medulla oblongata) เพราะฉะนั้นในบุคคลที่มีรูปร่างสูงอาจยาวมากกว่า ๔ หรือ ๕ ฟุต แต่ด้านหน้าตัดหรือส่วนกว้างของเส้นใยประสาทอาจเล็กกว่า ๐.๐๓ มม

เมื่อเปรียบส่วนบริมาตรของนิวเคลียสและบริมาตรของ cytoplasm ในเซลล์เป็นจำนวนมากได้ผลคล้าย ๆ กัน คือบริมาตรของนิวเคลียสจะเป็นประมาณเศษ ๑ ส่วน ๒๕ ถึง

เศษหนึ่งส่วน ๕๐ ของบริมาตรของ cytoplasm ในเซลล์ที่อ่อนอยู่ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงการเจริญสูง นิวเคลียสจะค่อนข้างโต นิวเคลียสเป็นส่วนประกอบทางเคมีที่ทำหน้าที่คล้ายหัวใจของเซลล์ นี่ชี้ให้เห็นในความจริงที่ว่า ถึงแม้เซลล์จะเล็กเพียงใดก็ตาม มันก็สามารถจะมีการเปลี่ยนแปลงภายในตัวมันเองได้

ส่วนประกอบของ Protoplasm

การจำแนกถึงส่วนต่าง ๆ ภายในร่างกายมนุษย์ทางเคมีนั้น แสดงว่ามีส่วนประกอบเป็นธาตุเหล่านี้ คือ

ออกซิเจน	(O)	๖๕.๐	จาก ๙๖ % ของน้ำหนักของร่างกาย
คาร์บอน	(C)	๑๘.๐	
ไฮโดรเจน	(H)	๑๐.๐	
ไนโตรเจน	(N)	๓.๐	
ซัลเฟอร์	(S)	๐.๒๕	
แคลเซียม	(Ca)	๒.๒	%
ฟอสฟอรัส	(P)	๐.๘—๑.๒	%
โพแทสเซียม	(K)	๐.๓๕	%
คลอรีน	(Cl)	๐.๑๕	%
โซเดียม	(Na)	๕.๑๕	%
แมกนีเซียม	(Mg)	๐.๐๕	%
เหล็ก	(Fe)	๐.๐๐๔	%
ไอโอดีน	(I)	๐.๐๐๐๐๔	%
ซิลิกอน	(Si)	จำนวนน้อยที่สุด	
ฟลูโอรีน	(F)	จำนวนน้อยที่สุด	

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ในร่างกายมนุษย์ ธาตุ ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจนที่อยู่โดดเดี่ยว (คือไม่ประกอบกับธาตุอื่น) พบอยู่ในกระแสโลหิตและในลำไส้ แต่ส่วนใหญ่ของธาตุเหล่านี้มักจะรวมกับธาตุอื่นเป็นสารประกอบอยู่ในเซลล์และน้ำเลี้ยงร่างกาย (Body fluids) สาร

ประกอบที่ว่านี้แบ่งเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ ๒ พวกคือ สารประกอบของพวกอินทรีย์และอนินทรีย์

สารประกอบของพวกอินทรีย์ (Organic compound) เช่นพวกโปรตีนแป้งไขมัน พบอยู่ในโพรโตพลาสซัม พวกโปรตีน และแป้ง ไขมันที่พบอยู่ในสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายเหล่านี้ ต่างก็มีส่วนประกอบของธาตุคล้าย ๆ กัน แต่ว่าสารประกอบแต่ละพันธุ์ของพืชและของสัตว์ ก็มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ในส่วนประกอบของธาตุเหล่านั้น คือต่างกันในการจำกัดชนิดของธาตุ จำนวนและอัตราส่วนในการประกอบ ธาตุสำคัญที่พบในโปรตีนมี คาร์บอน ไฮโดรเจน อ๊อกซิเจน และไนโตรเจน ส่วนซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส มีบ้างเป็นจำนวนน้อย พวกแป้งและไขมันมีธาตุที่สำคัญคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน อ๊อกซิเจน ร่างกายอาศัยสิ่งเหล่านี้เป็นอาหาร แล้วมันก็ถูกย่อยให้เป็นสารประกอบที่แยกแยะออก ๆ ไปอีก เช่นแป้งให้เป็นน้ำตาล ไขมันให้เป็นกลีเซอรีน (Glycerine) และแฟตตี้แอซิก (Fatty acid) โปรตีนให้เป็นอมิโนแอซิก (Amino acid) ซึ่งสามารถจะซึมเข้าไปสู่กระแสโลหิต และน้ำเหลืองได้ เพื่อไปสู่เซลล์ทั้งหลาย ซึ่งก็ถูกเปลี่ยนให้เป็นแป้ง ไขมัน และโปรตีน ซึ่งมีลักษณะพิเศษที่พบในร่างกายมนุษย์ สิ่งเหล่านี้อาจจะเก็บไว้ในเซลล์หรือเป็นส่วนประกอบของ Protoplasm หรือใช้ทันทีให้เกิดกำลังงาน เช่นแสดงในรูป ๗ ซึ่งจะได้อธิบายให้ละเอียดต่อไปในบทที่ ๑๙ และ ๒๐

สารประกอบของพวกอนินทรีย์ ก็เป็นพวกเกลือแร่ต่าง ๆ ที่ละลายปนอยู่ในเซลล์ โดยปนกับสารประกอบของพวกอินทรีย์ (ที่กล่าวมาแล้ว) ในการวิเคราะห์เซลล์ทางเคมี ภายหลังที่เซลล์ถูกเผาแล้ว พวกแร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้เกือบทั้งหมดหรือส่วนใหญ่ จะเหลือเป็นเถ้าถ่าน เพราะฉะนั้น มันจึงเป็นส่วนประกอบของเถ้าถ่าน ถึงแม้ว่า แร่ธาตุเหล่านี้ เซลล์จะต้องการเป็นจำนวนน้อยก็ตาม แต่มันก็เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของเซลล์

น้ำเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ที่สุดของเซลล์ เพราะฉะนั้นน้ำจึงมีเป็นเศษสองส่วนสามของน้ำหนักของร่างกาย และจะหนักมากกว่า ๘๐ % ของน้ำหนักของร่างกาย ที่คิดเอาน้ำหนักของกระดูกออก เซลล์อันหนึ่ง ๆ จะมีน้ำอยู่ประมาณ ๘๕—๙๒ % ของน้ำหนักของเซลล์ นี่ก็แสดงว่าส่วนใหญ่ของ protoplasm ของเซลล์เป็นน้ำ น้ำที่เลี้ยงร่างกายทั้งหมด เช่นโลหิต น้ำเหลือง และน้ำเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ก็มีความแตกต่างจาก protoplasm ของเซลล์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ลักษณะของน้ำที่เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่และสำคัญอยู่ในเซลล์มีดังนี้

(๑) สามารถเป็นตัวทำละลายที่ดี

(๒) มีความสามารถสูงในการจะแยก molecule ของตัวถูกละลายหลาย ๆ ชนิด ให้เป็นไอออนต่าง ๆ (Ionizing power)

(๓) สามารถทนความร้อนสูง ๆ ได้ นี่หมายความว่าตัวมันเองสามารถเก็บความร้อนได้มากกว่าสารอื่น แต่ทำให้อุณหภูมิของมันเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยเหตุนี้เมื่อเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง (Metabolism) ในตัวมันซึ่งทำให้เกิดความร้อนขึ้น ความร้อนนั้นจึงทำให้เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

(๔) มีความสามารถสูงในการนำความร้อน (สูงกว่าของเหลวทั้งปวง) นี่หมายความว่าความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวเซลล์ สามารถผ่านจากเซลล์ไปสู่น้ำเลี้ยงเซลล์ โดยที่อุณหภูมิของเซลล์สูงกว่าน้ำเหลืองที่อยู่รอบ ๆ และส่งความร้อนนั้นต่อไปยังโลหิต และในที่สุดถึงผิวหนัง โดยทำให้เซลล์เหล่านั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

(๕) สามารถระเหยได้เร็ว คือมีความร้อนแฝงที่ช่วยในการระเหยสูง เนื่องจากเหตุนี้ เหงื่อที่ออกมาที่ผิวหนัง จึงถูกระเหยได้เร็วซึ่งเป็นการระบายความร้อนออกทางผิวหนังได้อย่างมาก คือถ่ายออกประมาณ ๐.๕ แคลอรีใหญ่ต่อน้ำที่ระเหย ๑ กรัม

(๖) ลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของน้ำที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์คือ มี Surface tension สูง โดยเหตุนี้ของอย่างอื่นที่ไม่ละลายในน้ำ เมื่อมารวมกับน้ำนี้ surface ของมันไม่สนิทเป็นเนื้อเดียวกัน เพราะฉะนั้นสารที่จะละลายในน้ำได้ สารนั้นต้องเป็นตัวที่ทำให้ Surface tension ของน้ำต่ำลงก่อน และเพราะว่าน้ำนี้มีคุณสมบัติในการทำละลายสูง สารที่ถูกละลายได้จึงมีเป็นจำนวนมากมายหลายชนิด protoplasm มีลักษณะเป็น Emulsion of colloidal (emulsion เช่นเอาน้ำมันกับน้ำมาเขย่าให้เข้ากันมีลักษณะขุ่นคล้ายน้ำนม) เช่นของโปรตีน (lipin)

จากการทดลองเกี่ยวกับเซลล์ บางทีก็อธิบายได้ว่าเซลล์มีลักษณะคล้าย ๆ sols. (sol ย่อมาจาก solution หมายถึง A colloidal solution in which the mixture is liquid) ซึ่ง molecule ของโปรตีนและพวกไขมันกระจายทั่วไปใน emulsion นั้น บางทีก็อธิบาย

ว่าคล้าย ๆ gel (jel) (gel หมายถึง A colloidal in a gelationous form) ซึ่ง molecule ของโปรตีนจะประกอบกันเป็นตาข่ายเล็ก ๆ อยู่ในน้ำนั้น เพราะฉะนั้นจึงมีผู้เคยกล่าวว่า protoplasm มีลักษณะคล้าย sol—gel หรือ gel—sol

ลักษณะเหล่านี้ของน้ำทำให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ และรักษาไว้ซึ่งความสมดุลย์กันในส่วนประกอบทางเคมีอยู่เสมอ แต่ความสมดุลย์กันนั้นยากที่จะรักษาให้คงที่เสมอไป เพราะน้ำเหลืองที่อาบอยู่รอบ ๆ เซลล์ หรือพวก tissue fluid อื่น ๆ ซึ่งมีสาร บางอย่างละลายอยู่ในนั้น ได้ผ่านเข้าสู่ตัวเซลล์อยู่ตลอดเวลา และสิ่งที่เซลล์สร้างขึ้นภายในตัวเซลล์ก็จะผ่านจากตัวเซลล์ออกมาสู่ภายนอกอยู่เสมอด้วย ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นสรีรวิทยาของเซลล์ เซลล์เป็นหน่วยเล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากสารเคมีที่มีอยู่ในตัวเซลล์ สารเคมีนี้ก็ได้มาจากสิ่งที่มีอยู่ในร่างกายเรานั่นเอง นี่เรียกว่ามาจาก (Internal environment) คือได้จากพวกน้ำเลี้ยงเซลล์ ซึ่งภายหลังก็มีการขับถ่ายของเสียออกจากเซลล์เป็นธรรมดา สารจากน้ำเลี้ยงเซลล์ที่ว่านี้ก็ได้มาจากภายนอกร่างกาย (External environment) เช่นอาหาร อากาศ แล้วถูกย่อยซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ซึ่งกลายเป็นน้ำเลี้ยงเซลล์ แล้วซึมเข้าสู่ตัวเซลล์ จากนั้นของเสียที่เซลล์ขับออกมาอยู่ที่น้ำเลี้ยงเซลล์ก็จะถูกลำเลียงไปสู่อวัยวะที่เกี่ยวกับการขับถ่าย ให้ออกภายนอกร่างกายอีกทีหนึ่ง

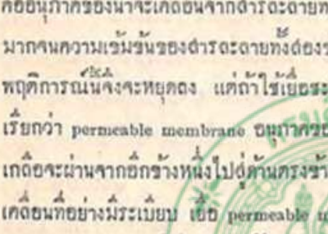
การเปลี่ยนแปลงภายในตัวเซลล์นี้ทำให้เกิดพลังงาน (Energy) ซึ่งช่วยในการสร้าง ซ่อมแซม และช่วยในการเจริญเติบโต ฯลฯ พลังงานนี้ได้มาจากการกระจาย (Diffusion) ของอนุภาคของสารที่ได้มาจากน้ำเลี้ยงเซลล์อีกทีหนึ่ง

วิธีการณ์ที่อนุภาคของสารผ่านเข้าและออกจากตัวเซลล์นั้น โดยวิธีการกระจายหรือแพร่อนุภาคของมัน (Diffusion)

Diffusion คำนี้ใช้กับการฟุ้งกระจายหรือแพร่ อนุภาค (molecule) ของแก๊สหรือของเหลว (ในของแข็งเกิดได้ช้ามาก) จากที่ที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้นไปสู่ที่อื่นที่ไม่มีหรือมีน้อยจนกว่าจะถึงขั้นสมดุลย์กัน เช่นถ้าเอาแก๊สสองชนิดมาใส่รวมกัน ในไม่ช้ามันจะค่อย ๆ กระจายเข้าผสมกัน หรือถ้าเอาเกลือมา แล้วเอาน้ำเทลงในเกลือนั้น อนุภาคของเกลือและอนุภาคของน้ำจะผสมกันอยู่ในสารละลายนั้น มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน และใน

ทำนองเดียวถ้าเอาเกลือสองชนิดมารวมกัน อนุภาคของแต่ละชนิดจะแทรกปนกันอยู่

Osmosis ตามธรรมดาคำจำกัดความของคำนี้คือ การแพร่กระจายของอนุภาคของตัวทำลายเช่นอนุภาคของน้ำผ่าน Semipermeable membrane หรือเอาเยื่อที่สามารถให้อนุภาคของตัวทำลายผ่านได้ ที่เรียกว่า Semipermeable membrane กั้นกลางระหว่างน้ำเปล่ากับน้ำเกลือ อนุภาคของน้ำจะผ่านจากน้ำเปล่าไปสู่น้ำเกลือ ทำให้ปริมาตรของน้ำเกลือมีมากขึ้น คืออนุภาคของน้ำจะเคลื่อนจากสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นมากจนความเข้มข้นของสารละลายทั้งสองข้างของเยื่อนี้เท่ากัน หรือเรียกว่าสมดุลย์กันแล้ว พฤติการณ์นี้จึงจะหยุดลง แต่ถ้าใช้เยื่อชนิดที่ทำให้อนุภาคของสารต่าง ๆ ผ่านได้ มาแทน เรียกว่า permeable membrane อนุภาคของน้ำจะผ่านเยื่อนั้นไปสู่น้ำเกลือ และอนุภาคของเกลือจะผ่านจากอีกข้างหนึ่งไปสู่ด้านตรงข้ามด้วย ตามทฤษฎีอนุภาคของ ๆ เหลวจะมีการเคลื่อนที่อย่างมีระเบียบ เยื่อ permeable membr ไม่สามารถจะกีดกันมันได้ และการเคลื่อนไหวของอนุภาคของน้ำจึงเป็นไปทั้งสองด้าน แต่ในที่นี้อนุภาคของน้ำอาจจะเคลื่อนจากสารที่มีความเข้มข้นมากที่สุดสู่สารที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุด จนความเข้มข้นทั้งสองข้างของเยื่อนี้เท่ากันหรือสมดุลย์กัน



(รูปที่ ๑๑)

แสดง Osmosis

ก. เป็นน้ำเปล่า ค. น้ำเกลือ

ข. เยื่อที่กั้นระหว่างน้ำทั้งสอง ใน ๑ ข. เป็นเยื่อที่ให้สารทุกชนิดผ่านได้ (Permeable membrane)

ในรูป ๒ เยื่อ ข. เป็นเยื่อที่ให้อนุภาคของตัวทำละลายเท่านั้นผ่าน (Semipermeable membrane คือ อนุภาคของเกลือไม่สามารถผ่านเข้าไปได้ ผ่านได้แต่อนุภาคของน้ำ)

ง. ความแตกต่างของจำนวนของน้ำในโถ เมื่อ ก. และ ค. กั้นด้วย Semipermeable membrane การวัด Osmosis pressure คือ ความดันที่ทำให้น้ำจาก ก. เข้าไปสู่ ค.

ในทางสรีรวิทยา เราแยกลักษณะของน้ำยา หรือสารละลายต่าง ๆ ตามวิธีการณ์ของ Osmosis ซึ่งเป็นผลสะท้อนจากปฏิกิริยาของน้ำยานั้น ๆ กับเม็ดโลหิตแดง (ตามธรรมดามักจากเม็ดโลหิตแดงกับ Blood serum หรือน้ำใส ๆ ภายหลังที่เลือดจับก้อน หรือเป็นน้ำเหลืองที่เลี้ยงเม็ดเลือดนั้น ๆ) ถ้าเราให้เม็ดเลือดแดงอยู่ในน้ำยาอย่างอื่นที่ไม่ใช่ Blood serum ธรรมดา เม็ดเลือดเหล่านั้นอาจจะไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะเหี่ยวแฟบลง หรือบวมเบ่งขึ้น อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้โดยเหตุนี้ ถ้าเราเอาเม็ดเลือดใส่ในน้ำยาที่ทำให้เม็ดเลือดนั้นอยู่ได้โดยตัวมันเองไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง แสดงว่าน้ำยาหรือสารละลายนั้น ๆ มีลักษณะหรือความเข้มข้นเหมือนกับ Blood serum เลยทีเดียว เราเรียกน้ำยานั้นว่า Isotonic หรือ Isosmotic แต่ถ้าเม็ดเลือดเหี่ยวแฟบลง หมายความว่า น้ำยานั้นมีความเข้มข้นมากกว่า Blood serum จึงทำให้น้ำที่อยู่ในเม็ดเลือดซึมผ่านเยื่อผนังของเซลล์ออกมา เพื่อให้น้ำยาข้างนอกมีความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นที่มีอยู่ในตัวเซลล์ วิธีการณ์นี้เลยทำให้น้ำที่มีอยู่ในตัวเซลล์หมดไป เซลล์จึงเหี่ยวแฟบลง เราเรียกน้ำยานั้นว่า Hypertonic หรือ Hyperosmotic หรือในทางตรงกันข้าม ถ้าตัวเม็ดเลือดบวมเบ่งขึ้น แสดงว่าน้ำยานั้น มีความเข้มข้นน้อยกว่า Blood serum ธรรมดา หรือน้อยกว่าความเข้มข้นของน้ำที่มีอยู่ในเซลล์ น้ำภายนอก (จากที่ซึ่งความเข้มข้นน้อย) จึงถูกซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไป สู่ตัวเซลล์ เพื่อจะให้ความเข้มข้นของทั้งสองด้านของผนังเซลล์เท่ากัน วิธีการณ์นี้ทำให้ตัวเซลล์มีปริมาณของน้ำเพิ่มขึ้น จึงบวมเบ่งขึ้นในที่สุดอาจจะแตกได้ น้ำยานั้นเราเรียกว่า Hypotonic หรือ Hyposmotic

คำว่า Dialysis บางทีเราใช้สำหรับหมายถึงการที่อนุภาคของตัวถูกละลาย (solute) ซึมผ่านหรือกระจายแทรกผ่าน เยื่อ permeable (เยื่อที่อนุญาติ ให้อนุภาคของตัวถูกละลายเท่านั้นผ่าน) ถ้าเราเอาน้ำเกลือ (saline solution) ที่มีความเข้มข้นไม่เท่ากันมาสองชนิด แล้วแยกทั้งสอง โดยกั้นด้วยเยื่อที่ให้อนุภาคของเกลือผ่าน อนุภาคของเกลือจำนวนมากจะผ่านจากน้ำเกลือข้างที่มีความเข้มข้นมากกว่าสู่ด้านที่มีความเข้มข้นน้อย เยื่อ (Permeable) ชนิดนี้โดยมากไม่เพียงแต่ให้อนุภาคของเกลือผ่านเท่านั้น แต่อาจจะให้อนุภาคของสารต่าง ๆ เช่น (Ions, atoms, หมู่ atoms, อนุภาค หรือหมู่ของอนุภาค อันใดอันหนึ่ง) ของตัวถูกละลายใด ๆ ส่วนมากผ่านได้เหมือนกัน โดยเหตุนี้ ถ้าสารละลายสองชนิดมีความเข้มข้น

ไม่เท่ากัน แต่แยกกันโดยเยื่อ Permeable กั้นอยู่ โดยการซึมผ่าน หรือการกระจายแทรกผ่านของอนุภาค ของตัวถูกละลายผ่านเยื่อนั้น ในที่สุดจะทำให้สารละลายทั้งสองด้านของเยื่อมีความเข้มข้น หรือส่วนประกอบเหมือนกันได้ ในร่างกายมนุษย์ Osmosis และ Dialysis เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน เพราะฉะนั้น Cell membrane อาจจะเรียกว่า Deffusion membrane (คือถ้าเราคิดในแง่การซึมผ่านของอนุภาคของตัวทำละลาย หรือ Solvent ก็เรียกว่า Osmotic membrane แต่ถ้ากล่าวถึงการซึมผ่านของอนุภาคของตัวถูกละลาย ก็เรียกว่า Dialyzing membrane)

โดยวิธีการณ์ทั้งสองที่กล่าวมานี้ ถ้าความเข้มข้นข้างนอกของเซลล์ สูงกว่าข้างในเซลล์ อนุภาคของสารละลายจากภายนอกจะกระจายแทรกซึมผ่านผนังของเซลล์ เข้าไปสู่ตัวเซลล์ คือ จากข้างนอกเข้าไปข้างในเซลล์ โดยวิธีนี้ตัวเซลล์จะได้รับอาหารเลี้ยงตัวของมัน และถ้าความเข้มข้นภายในตัวเซลล์สูงกว่าสารละลาย หรือน้ำที่เลี้ยงเซลล์รอบนอก อนุภาคแห่งความเข้มข้นที่มีอยู่ภายในตัวเซลล์นั้น จะซึมผ่านผนังเซลล์ออกมาสู่ภายนอก นี่คือ จากภายในมาสู่ภายนอกเซลล์ โดยวิธีนี้ของเสียภายในตัวเซลล์จะถูกถ่ายออก

อาศัยเหตุ ๒ ข้อ ที่เซลล์เลือกเอาสารต่าง ๆ จากน้ำที่เลี้ยงร่างกายเข้าสู่เซลล์ได้ เพื่อเลี้ยงตัวของมัน คือ

(๑) เกี่ยวกับคุณสมบัติของเยื่อผนังเอง ที่จะให้อนุภาคที่เล็กที่สุดของสารสามารถซึมผ่านเยื่อนั้นได้

(๒) เกี่ยวกับ Enzymes ที่อยู่ในเซลล์

การศึกษาในเรื่องตัวเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในตัวเซลล์เป็นสิ่งยาก ถึงแม้จะได้แยกพิจารณาและศึกษาในส่วนประกอบของเซลล์แต่ละอย่าง เช่น enzymes หรือส่วนประกอบของ protoplasm ทั้งทางรูปร่างและทางเคมี ในห้องทดลอง ผลที่ได้มักจะไม่เหมือนกัน และเซลล์ที่เราแยกออกมาทดลองเป็นเซลล์ที่ตาย แล้วก็มีรูปร่างและส่วนประกอบทางเคมีไม่เหมือนเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงในรูปร่าง และส่วนประกอบทางเคมีของเซลล์นั้น ต้องเกี่ยวข้องกันอยู่เสมอตลอดเวลา ในบทหลังจะได้

กล่าวละเอียดถึงการเปลี่ยนแปลงภายในตัวเซลล์ เช่น การสร้างและการใช้หมดไป (metabolism) การหายใจและอื่นๆ รวมทั้งจะกล่าวถึงปฏิกิริยาในด้านเคมีที่ทำให้กล้ามเนื้อหดตัว และพลังงานที่เกิดขึ้นภายหลังการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้

ทุกวันนี้การศึกษาในเรื่องเซลล์ได้ศึกษาหนักไปในทาง Chemistry มากกว่าจะศึกษาในทางโครงสร้างหรือกายวิภาคของมัน ความเจริญอย่างรวดเร็วในด้านวิทยาศาสตร์ทางเคมี เช่น วิธีวัดขนาดของเซลล์ โดยใช้ Ultramicroscopic ซึ่งขยายได้มากกว่ากล้องจุลทรรศน์ธรรมดา ทำให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ได้ดีขึ้น นี่ก็แสดงว่า ต่อไปความรู้เรื่อง cell activities ก็จะเจริญกว้างขวางขึ้นด้วย

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

สรุป

สรีรวิทยาของเซลล์เกี่ยวกับ
- (๑) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวเซลล์กับน้ำที่เลี้ยงเซลล์
- (๒) ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ภายในตัวเซลล์เอง

การเจริญภายในตัวเซลล์
- ในขนาด
- การจัดระเบียบของเซลล์
  - เซลล์บางชนิดมีสิ่งที่กั้นระหว่างเซลล์ต่อเซลล์น้อยมาก เช่น Epithelium
  - เซลล์บางชนิดมี Intercellular material มาก เช่น Areolar connective tissue

ส่วนประกอบของ Protoplasm
- (๑) สารประกอบพวกเคมีที่พบในร่างกาย
  - ก. สารประกอบพวกอินทรีย์ คาร์บอนเป็นส่วนประกอบ เช่น
    - แป้ง carbohydrate
    - ไขมัน fat
    - เนื้อ protein

ส่วนประกอบของ protoplasm
(มีต่อหน้าต่อไป)

ข. สารประกอบพวกอนินทรีย์
พวกนี้ไม่มีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบ

อาหารพวกเนื้อประกอบด้วย
- คาร์บอน C
- ไฮโดรเจน H
- ออกซิเจน O_2
- ไนโตรเจน N
- กำมะถัน S
- ฟอสฟอรัส P

แป้ง (carbohydrate) และไขมันมี
- คาร์บอน C
- ไฮโดรเจน H
- ออกซิเจน O_2

(๒) พวกเถ้า (ash) ประกอบด้วย
- กำมะถัน S
- ฟอสฟอรัส P
- คลอรีน Cl
- โซเดียม Na
- แคลเซียม Ca
- แมกนีเซียม Mg
- ไอโอดีน เหล็ก ซิลิกอนและอื่นๆอีกเล็กน้อย

(๓) น้ำ
- มีจำนวนมากใน
  - เซลล์
  - สิ่งที่อยู่ระหว่างเซลล์
- มีมากกว่าเศษสองส่วนสามของน้ำหนักของร่างกาย มีมากกว่า ๗๐% ของน้ำหนักของร่างกายที่คิดหักเอาน้ำหนักของกระดูกออก
- ประมาณ ๗๕ – ๙๒ % ของน้ำหนักของเซลล์

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

(ส่วนประกอบของ protoplasm ต่อ)

น้ำ

- แต่ละตัว
- ลักษณะของน้ำซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ ช่วยในหน้าที่ของเซลล์ คือ
  - — มีอำนาจในการละลายสูง (Solvent power)
  - — มีอำนาจสูงในการแยกเป็นไอออน (Ionizing power)
  - — มี Surface tension สูง
  - — นำความร้อนได้ดี
  - — มีความร้อนแฝงที่ช่วยในการระเหยด้วย

Diffusion หมายถึงการฟุ้งกระจายของอนุภาคของก๊าซ ของเหลว (ของแข็งมีน้อยมาก) จากที่ที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้น ๆ ไปสู่ที่อื่น ๆ ที่ไม่มีหรือมีน้อย จนกว่าจะถึงขั้นสมดุลย์กัน

Osmosis คือการฟุ้งกระจายของอนุภาค (molecule) ของตัวทำละลายผ่านเยื่อ Semipermeable โดยผ่านจากสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นมาก

Dialysis คือการฟุ้งกระจายของอนุภาคของตัวถูกละลายผ่าน permeable membrane โดยผ่านจากสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า

การฟุ้งกระจาย (diffusion) ของสารขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

(๑) เกี่ยวกับเนื้อที่ของเยื่อและจำนวนอนุภาคของสารที่จะผ่านเยื่อนั้น

(๒) เกี่ยวกับเวลานานพอ

(๓) เกี่ยวกับความเข้มข้นที่แตกต่างกันระหว่างสารละลายทั้งสอง ด้าน ของ membrane

(๔) เกี่ยวกับอุณหภูมิ ฯลฯ

บทที่ ๔

เนื้อเยื่อสัมพันธ์ (Connective tissues)

ร่างกายมนุษย์ประกอบไปด้วย (tissues) เนื้อเยื่อหลายชนิดด้วยกัน ชนิดที่มองเห็นชัดว่าแตกต่างกันอย่างแท้จริงในโครงสร้าง และตำแหน่งที่มานั้นมีเพียง ๔ ชนิด คือ

(๑) เนื้อเยื่อสัมพันธ์ (The connective tissues)

(๒) เนื้อกล้าม (Muscular tissues)

(๓) ประสาท (Nerve tissues)

(๔) พวกผิวหนัง หรือเยื่อมูก เยื่อบุหลอด ถุงหรือต่อมต่างๆ (Epithelial tissues)

เพื่อให้สะดวกแยกกันไม่ให้อธิบายซ้ำๆกัน ในบทนี้จะกล่าวให้ละเอียดเฉพาะ connective tissues อย่างเดียวก่อน ส่วนพวก muscular tissues นั้น จะอธิบายในระบบเนื้อกล้าม และ nervous tissues จะอธิบายรวมกับระบบประสาท พวก epithelial tissues นั้น จะอธิบายกับพวก Mucous และ Serous membranes

เนื้อเยื่อสัมพันธ์ (connective tissues) มีลักษณะไม่เหมือนกับ tissues อย่างอื่น ถ้าพูดถึงตัวเซลล์นั้นไม่มีอะไรแตกต่างกันมาก ส่วนที่ต่างกันคือ tissue ชนิดนี้มี Intercellular material (สิ่งที่อยู่ระหว่างตัวเซลล์) มากมาย ทั้งนี้เพื่อช่วยยึดและพยุง tissue พวกอื่น ๆ ในร่างกาย และนอกจากนี้ยังมีโลหิต น้ำเหลือง และเส้นประสาท มาเลี้ยงมาก พวก Intercellular material จะช่วยแยกลักษณะของชนิดต่าง ๆ ของ connective tissue ออกเป็นดังนี้ คือ

ก. Embryonal tissues (ทารกในครรภ์ก่อนครบ ๕ สัปดาห์เรียก Embryo)

ข. Connective tissue แท้ แบ่งออกเป็น

1 Areolar connective tissues

2 Adipose connective tissues

3 Liquid tissues

4 Reticular tissues

5 Fibrous connective tissues

6 Elastic connective tissues

ค. Cartilages (กระดูกอ่อน) แยกเป็น

1 Hyaline cartilage

2 Fibro cartilage

3 Elastic cartilage

ง. Bones กระดูก

ก. Embryonal tissues เป็น connective tissue ที่เจริญมาจากชั้น mesoderm (ส่วนกลางของเยื่อของไข่ส่วนที่เกี่ยวแก่กรรมพันธุ์) tissue ชนิดนี้มีตัวเซลล์ติดต่อกันคล้ายตาข่ายเล็ก ๆ แล้วต่อไปมี cytoplasm เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้ตัวเซลล์มีขนาดโตขึ้น และ Intercellular material ก็เพิ่มขึ้นด้วย tissue ชนิดนี้มีมากใน embryo ซึ่งต่อไปก็เจริญเป็น connective tissue ชนิดต่าง ๆ ตามธรรมดา embryonal tissues นี้ไม่มีในคนรุ่นหนุ่มรุ่นสาวหรือผู้ใหญ่ แต่ถ้า tissues ในร่างกายถูกทำอันตรายลงจะมีการซ่อมแซมโดยมี connective tissues ขึ้นแทนที่ Embryonal tissue ที่มี mucin (คล้ายน้ำที่ขับออกมาจากต่อมมูก) เป็นจำนวนมากปนอยู่กับตัวเซลล์นั้น เรียกว่า mucous connective tissue ซึ่งใน mucin นั้น เซลล์จะมีรูปร่างเป็นแฉกต่าง ๆ กัน และมีกลุ่มของเส้นใยละเอียดสีขาว (white fibrils) ปนอยู่ด้วย mucous connective tissues นี้พบในสายสะดือเด็กเรียกว่า Wharton's jelly และพบใน Vitreous body (น้ำที่อยู่ใน anterior chamber ของตา) ก็เป็น mucous connective tissues เหมือนกัน

ข. Connective tissue แท้ แยกออกเป็น

๑. Areolar connective tissue ประกอบด้วยตัวเซลล์ที่อยู่ห่าง ๆ กันโดยมี semifluids เป็นพื้นอยู่รอบ ๆ เซลล์เหล่านั้น บางทีเราเรียก semifluids นี้ว่า matrix

(รูปที่ ๑๒)

(เป็นรูปขยายของ Areolar connective tissue ที่ได้มาจากลูกกระต่ายซึ่งขยายใหญ่มาก จะมองเห็น fibrous fibers รวมกันเป็นมัดเล็ก ๆ เป็นคลื่น ๆ พวก Elastic fibers จับกันเข้าเป็นตาข่าย ที่ล้อมรอบเซลล์และ fibers หรือของที่ในรูปนี้เป็น matrix)

(รูปนี้ได้จากตำรา Histology ที่อธิบายถึงเซลล์ต่าง ๆ)

นอกจากนี้ ใน matrix ยังมีเส้นใยละเอียดสีขาว (white collagenous fibers) และใยสีเหลืองที่ยืดหยุ่นได้ (Yellow elastic fibers) ปนอยู่ด้วย fibers เหล่านี้จะเป็นที่บอกถึงลักษณะของ connective tissues นี้ เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ tissues เหล่านี้จะคล้ายรูปที่แสดงไว้ในรูปที่ ๑๒

ตัวของ white collagenous fibers (เยื่อเหนียวสีขาว) ประกอบด้วย Albuminoid proteins (โปรตีนไข่ขาว) ที่เรียกว่า collagen (collagen คือ ธาตุในเยื่อเหนียวคล้ายกาว) collagen นี้เมื่อต้มในน้ำเกิดเป็น gelatin ได้ collagenous fibers เส้นหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยใยละเอียดเล็กที่สุด (fibrils) หลาย ๆ อันเรียงขนานติดกันเป็นเส้นยาวหยักเป็นคลื่นไปมา แต่ละ fibrils ติดกันโดยมี cement ส่วน Elastic fiber นั้นเป็น Homogenous (ซึ่งเหมือนกันหมดทั้งอัน) ซึ่งแตกแขนงแยกแยะออกไป ซึ่งประกอบไปด้วยโปรตีนที่เรียกว่า Elastin

Tissues นี้นุ่ม (soft) และหยุ่น (pliable) ในขณะที่มีชีวิตอยู่หรือถูกทำลายใหม่ๆ จะใสมาก

หน้าที่ของ Areolar connective tissues ช่วยติดต่อระหว่าง tissues กับ tissues ในอวัยวะต่าง ๆ นอกจากนี้ใน tissues นี้ยังมีเส้นประสาท โลหิต และน้ำเหลือง มาเลี้ยง เราจะพบ tissues ชนิดนี้ใต้ผิวหนัง (subcutaneous) และห่อหุ้มอยู่รอบ ๆ เส้นโลหิตและเส้นประสาท และใต้พวก mucous membrane (submucous) เพราะฉะนั้นจะเห็น tissues ชนิดนี้ติดต่อกันจากที่แห่งหนึ่งอาจจะติดต่อไปยังอีกแห่งหนึ่งได้เกือบทั่วร่างกาย โดยเหตุนี้ทางการแพทย์จึงสังวรณ์อยู่เสมอว่า การอักเสบอาจจะถูกลามได้ง่าย ซึ่งหนอง อาจจะแพร่หรือกระจายกันไปได้ไกล ๆ จากบริเวณที่เกิดที่แรกได้เสมอ

Matrix ของ tissues ชนิดนี้เรียกว่า tissue fluid ซึ่งเป็น Internal environment ของร่างกายโดยทั่วไป tissue fluid นี้ช่วยนำอาหารจากโลหิตไปสู่เซลล์และนำของเสียจากเซลล์ไปสู่โลหิต นอกจากนั้นยังช่วยเก็บน้ำเกลือ และน้ำตาล ไว้เลี้ยงเซลล์ชั่วคราวด้วย

๒. Adipose connective tissues เป็น areolar connective tissue ซึ่งตัวเซลล์เต็มไปด้วยไขมัน (fats) adipose tissue มีทั่วร่างกายเหมือนกันพบได้ที่

— ใต้ผิวหนังในชั้น subcutaneous

— ใต้ serous membrane หรืออยู่ในชั้นนั้นเลยเช่นที่ Omentum

(รูปที่ ๑๓)

(เป็น section ของ adipose connective tissue ที่ขยายใหญ่แสดง adipose cells, matrix, fibrous fibers, elastic fibers ตรงกลางขาว ๆ ของเซลล์เป็นพวกไขมัน)

— พบห่อหุ้มอวัยวะภายใน เช่นไต หัวใจ

— อยู่รอบ ๆ ข้อต่อ และภายในไขกระดูก (marrow) ของ long bones

หน้าที่ของ Adipose tissue

ก. เป็นที่เก็บอาหารได้อย่างดี ซึ่งถ้าร่างกายต้องการก็เอากลับไปเป็นอาหารของเซลล์ต่อไป ซึ่งช่วยทำให้เกิดกำลังงานได้ ถ้าเซลล์มีปริมาตรเท่ากัน เซลล์ชนิดนี้จะเก็บอาหารจำพวกให้แคลอรี่สูงได้ดีกว่าเซลล์ชนิดอื่น ๆ ในร่างกาย

ข. ช่วยปกคลุมหรือห่อหุ้มร่างกาย (โดยอยู่ใต้ผิวหนัง) ซึ่งตัวมันเป็นตัวนำความร้อนที่เลวมาก โดยเหตุนี้จึงกันไม่ให้ความร้อนจากในร่างกายออกทางผิวหนังได้

ค. ช่วยพยุงหรือป้องกันอันตรายของอวัยวะต่าง ๆ เช่นไต

ง. ห่อหุ้มอวัยวะที่ละเอียดอ่อน เช่นเส้นโลหิตและเส้นประสาท

(รูปที่ ๑๙)

(จาก section ของ adipose connective tissue ที่ดูด้วย low power จะเห็น adipose cells รวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ๆ)

๓. Liquid tissues คือพวกโลหิตและน้ำเหลืองประกอบด้วยตัวเซลล์และ Intercellular substance ซึ่งเป็นของเหลว (ดูบทที่ ๑๑ และ ๑๕)

๔. Reticular tissue เป็นชนิดหนึ่งของ Areolar tissue ที่มี fibrous fiber กอปกันเป็นตาข่ายเล็ก ๆ หรือ Reticulum (ตาข่ายละเอียด) ตัวเซลล์จะลีบ ๆ แบน ๆ ห่ออยู่รอบ ๆ fiber บางทีก็อธิบายว่าเป็นตาข่ายของเซลล์จำพวกที่มีรูปแฉก ๆ คล้ายดาว เซลล์พวกแฉก ๆ นี้แทรกปนอยู่กับเซลล์ของพวกน้ำเหลือง

พวก lymphoid หรือ Adenoid tissue (พวกต่อมน้ำเหลือง) ก็เป็นพวก Reticular tissue ซึ่งมีเซลล์ของน้ำเหลืองอุดอยู่ตามช่องเล็ก ๆ ของตาข่ายที่เกิดจากเซลล์รูปแฉก ๆ นี้ เป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปของ tissue ชนิดนี้

หน้าที่ของ Reticular tissue คือประกอบเป็นตาข่ายเล็กๆช่วยให้ lymph cells มาติดอยู่ เช่นในต่อมน้ำเหลือง (lymph nodes) ในไขกระดูก (bone marrow) ใน tissue ของกล้ามเนื้อ ในม้าม (spleen) ในเยื่อบุทางเดินของอาหาร (Gastrointestinal tract) ใน ปอด ตับ และไต

๕. Elastic connective tissue เป็นพวก Areolar connective tissue ที่มี Elastic fibers แตกแขนงแยกแยะอยู่อย่างมากมาย แต่มีเซลล์และ fibrous fiber อยู่เล็กน้อยเท่านั้น เพราะฉะนั้นจึงเห็นเป็นสีเหลือง

หน้าที่ของ Elastic connective tissue

Elastic tissue เป็น tissue ที่สามารถยืดหยุ่นได้ เพราะฉะนั้นเราจึงพบว่าเป็นส่วนประกอบของปอด และช่วยติดต่อระหว่างกระดูกอ่อนของหลอดลม พบในผนังของเส้นโลหิตแดง หลอดลมใหญ่ (Trachea) หลอดลมแยก (Bronchial tubes) และสายเสียง (Vocal folds) นอกจากนี้ยังมีเยื่อซึ่ง (Ligament) บางเส้นที่ยืดหยุ่นได้ เช่น Ligamenta flava, Ligamentum nuchae

(รูปที่ ๑๕)

(แสดง Elastic connective tissue ที่เห็นได้จาก section ที่บาง ๆ ของผนังเส้นโลหิตแดงใหญ่ (รูปนี้ขยายมาก) Elastic fibers มองเห็นเป็นเส้นดำ ๆ สั้น ๆ)

๖. Fibrous connective tissue คล้าย Areolar connective tissue แต่มี Fibrous fiber อยู่เป็นจำนวนมาก นอกนั้นเป็นเป็นเซลล์ซึ่งมักอยู่เรียงกันเป็นแถว ๆ และ Collagenous fibers อยู่เรียงติด ๆ กันตามยาว และมักหยักไปมาคล้ายลูกคลื่น

Fibrous tissue จะมีสีขาวคล้ายเงิน (Sivery white) เหนียวแข็ง งอไปมาได้ แต่ไม่สามารถจะยืดได้ มีเส้นโลหิตและเส้นประสาทมาเลี้ยงน้อยมาก

(รูปที่ ๑๖)

แสดง Fibrous connective tissue *ที่ดูจาก* section *ของเอ็น* (tendon) *ที่ตัดตามยาวจะเห็น* Fibrous fibers *และเซลล์ที่อยู่ใน* Matrix)

หน้าที่ของ Fibrous connective tissue คือ ช่วยพยุงร่างกาย ฉะนั้นจึงเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างของร่างกาย เช่นเป็น

๑. เยื่อพังผืด (Ligaments) คือ เป็นเยื่อที่ยาว ๆ แบน ๆ ที่แข็ง แต่งอไปมาได้ ซึ่งอยู่ระหว่างข้อต่อช่วยยึดกระดูกต่อกระดูกให้ติดต่อกัน

๒. เอ็น (tendon หรือ sinews) เป็นเส้นกลมหรือแบน สีขาว ที่ช่วยยึดกล้ามเนื้อให้ติดต่อกับกระดูก

๓. แผ่นเยื่อเหนียว (Aponeuroses) เป็นแผ่นแบน ๆ กว้างของ Fibrous tissue ซึ่งยึดกล้ามเนื้อต่อกล้ามเนื้อให้ติดต่อกัน หรือยึดกล้ามเนื้อให้ติดต่อกับเยื่อหุ้มกระดูก

๔. แผ่นเยื่อบาง ๆ (membrane) ที่เป็น Fibrous connective tissue ที่ห่อหุ้มและป้องกันอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น หัวใจ และไต

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ข. เยื่อแผ่นกว้างยาวหรือพังผืด (Fasciae) คำว่า fascia เป็นภาษาละตินหมายถึงสิ่งที่แบนๆ ยาวๆ โดยมากหมายถึงชั้นของ Fibrous connective tissue ที่หุ้มอยู่รอบๆ กล้ามเนื้อที่ช่วยให้กล้ามเนื้ออยู่ในที่ๆ ของมัน fascia นี้แยกออกเป็น ๒ พวก คือ

๑. ชั้นที่อยู่ตื้น (superficial fasciae) ชั้นนี้เป็นส่วนที่อยู่ใต้ผิวหนังทั้งหมด จะหนา หรือบาง แล้วแต่บริเวณที่มันต้องการ

๒. พวกที่อยู่ลึกลงไป (Deep fasciae) พวกนี้เป็นแผ่นของ fibrous tissue ที่ห่อหุ้มกล้ามเนื้อทำให้มันรวมกันเป็นมัด ๆ หรือช่วยแยกระหว่างมัดกล้ามเนื้อมัดหนึ่งกับอีกมัดหนึ่ง

ค. กระดูกอ่อน (Cartilage) เป็นพวกกระดูกอ่อนแต่เหนียวและงอไปมาได้ เมื่อตรวจดู section ของมันด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่า กลุ่มของเซลล์ของกระดูกอ่อนอยู่ใน intercellular substance ที่เรียกว่า matrix จากการสังเกตดูจะพบว่า intercellular substance แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ซึ่งแยกออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ ๓ พวก คือ

๑. Hyaline cartilage หรือ cartilage แท้

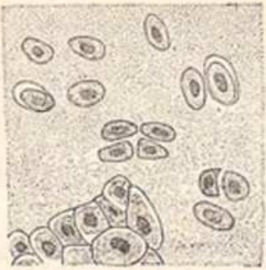
๒. Fibrocartilage

๓. Elastic cartilage

(๑) Hyaline cartilage ถ้าเปรียบกับชนิดอื่นจะเห็นว่า มีเซลล์น้อยมากอยู่ตามทางของน้ำเหลืองที่อยู่ใน intercellular substance นอกจากนั้นยังประกอบด้วย collagenous fibers (fibers เหล่านี้คล้ายกับที่พบใน Fibrous connective tissue)

Hyaline cartilage มักอยู่ตอนปลาย ๆ ของกระดูกหรือที่ข้อต่อ เพราะฉะนั้นจึงเป็นที่กระดูกต่อกระดูกมาต่อกัน นอกจากนี้ยังพบที่ด้านหน้าของกระดูกซี่โครงที่ต่อกับกระดูกหน้าอก ที่เราเรียกว่า costal cartilage โดยเหตุนี้ cartilage จึงเป็นส่วนเชื่อมระหว่างกระดูกกับกระดูก หรืออาจจะพูดได้ว่ามันเป็นส่วนหนึ่งของระบบกระดูก และทำนองเดียวกันมันจึงเป็นส่วนประกอบของหู จมูก และหลอดลม (Bronchi และ Bronchial tubes)

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ เฉลิมพระเกียรติ



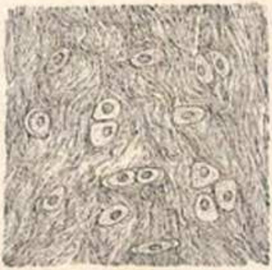
(รูปที่ ๑๗)

(section บาง ๆ ของ Hyaline cartilage จะเห็นเซลล์อยู่ใน Lymph spaces)

หน้าที่ของกระดูกอ่อน คือ ช่วยห่อหุ้มปลายกระดูกในข้อต่อ เพื่อช่วยให้ข้อต่อแข็งแรง และช่วยในการเคลื่อนไหว นอกจากนั้นยังช่วยเป็นโครงของหน้าอก

(๒) Fibrocartilage ใน intercellular substance จะมีมัดของ white fibers กระจายอยู่ทั่วไป ระหว่างมัดของ white fibers จะมีเซลล์ของกระดูกอ่อนแทรกอยู่ พวกนี้เกือบจะเหมือนกับ Fibrous tissue ที่สุด

Fibrocartilage นี้ช่วยเชื่อมกระดูกกับกระดูก เช่นเป็น Vertibral disc ที่ช่วยต่อระหว่าง body ของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นให้ติดต่อกัน และเป็น symphisis pubis ของกระดูกอุ้งเชิงกราน (ส่วนที่ต่อกับกระดูกเลยโดยมากเป็นพวก Hyaline cartilage แล้วต่อไปค่อย ๆ กลายเป็น fibrocartilage)



(รูปที่ ๑๘)

(เป็น Fibrocartilage ที่เห็นจาก section ที่ขยายใหญ่มาก)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ๆ ตรัง

หน้าที่ของ Fibrocartilage เพราะว่าเป็นส่วนที่แข็งแรง และโค้งงอได้ และพบว่าช่วยเชื่อมระหว่างกระดูกกับกระดูก จึงมักพบในร่างกายในส่วนที่ต้องการให้มีการยึดติดกันอย่างแน่น และแข็งแรง

(๓) Elastic cartilage กระดูกอ่อนชนิดนี้ใน intercellular substance จะเต็มไปด้วย Elastic fibers ซึ่งเป็นรูปร่างแหเล็ก ๆ และในระหว่างช่องของร่างแหนั้น จะพบเซลล์ของกระดูกอ่อน กระดูกอ่อนชนิดนี้จะพบในที่ Epiglottis (กระดูกอ่อนเหนือกระบอกเสียง) กระดูกอ่อนของหลอดลม, Auditory tube (ท่อรับเสียงในหู) และใบหูชั้นนอก

หน้าที่ของ Elastic cartilage ช่วยรักษารูปร่างของอวัยวะนั้น ๆ

กระดูกอ่อนไม่มีเส้นประสาทมาเลี้ยง และมีเส้นโลหิตน้อยมาก เยื่อหุ้มกระดูกอ่อนเรียก perichondrium เป็น Fibrous membrane ที่มีเส้นเลือดมาเลี้ยงพอปานกลางช่วยห่อหุ้มและให้อาหารแก่กระดูกอ่อน perichondrium พบห่อหุ้มกระดูกอ่อนทั่ว ๆ ไป นอกจากที่ ๆ articular surfaces (กระดูกมาเกาะกัน)

(รูปที่ ๑๕)

(Elastic cartilage ที่ได้จาก section บาง ๆ)

(๖) กระดูก (Bones หรือ osseous tissues) เป็น connective tissue มี intercellular substance ที่แข็งเพราะประกอบด้วยพวกเกลือแร่ (mineral salts) ซึ่งส่วนมากเป็นพวกแคลเซียมฟอสเฟต ($CaPO_4$) และแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) พวกเกลือแร่ หรือพวก

005397

อนินทรีย์สารนี้มีเป็นประมาณ ๒/๓ ของน้ำหนักของกระดูก และอีก ๑/๓ ก็เป็นพวกอินทรีย์สาร ซึ่งเป็นพวกเซลล์เส้นใยหิด และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่เหมือนกับกระดูกอ่อน ถ้าเอากระดูกแช่ในน้ำกรดอ่อน ๆ สารพวกอนินทรีย์จะละลาย หรือถ้าใช้ความร้อน สารพวกอินทรีย์จะถูกทำลายลง จากส่วนประกอบที่มีทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์สาร ทำให้กระดูกคงรูปร่างอยู่ได้ กระดูกที่ไม่มีสารพวกอนินทรีย์เรียกว่า Decalcified (คือ ปราศจากพวกแคลเซี่ยม) มันจึงเหนียวงอไปมาได้ ยืดได้ และไม่แข็ง ส่วนกระดูกพวกไม่มีสารพวกอินทรีย์ จะมีสีขาวและเปราะ

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๒๐)

(รูปของกระดูก รูปยาวที่ผ่าตามยาว)

โครงสร้างของกระดูก

จากการแสดงภาพ section ของกระดูกจะเห็นว่า บางส่วนของกระดูกประกอบไปด้วยใยเล็ก ๆ (fibers) และ Lamellae (ชั้น ๆ) ซึ่งประกอบกันคล้ายไม้ระแนงขัดแตะ หรือขัดเป็นตาตาราง ส่วนอื่น ๆ มักจะทึบ ๆ เป็นเนื้อละเอียด tissue ของกระดูกมี ๒ ชนิด คือ

(๑) ชนิดโปร่งคล้ายฟองน้ำ Cancellated or spongy

(๒) ส่วนที่มองเห็นทึบแน่น Dense or Compact

แต่กระดูกทั้งสองชนิดนี้มีรูละเอียดเล็ก ๆ ถึงแม้ว่า Compact tissue ก็มีรูเล็ก ๆ เหมือนกัน แต่อยู่ห่างกันมาก และมักจะพบอยู่ด้านนอกของกระดูก ส่วน cancellated รูใหญ่กว่าของ compact เพราะฉะนั้นเนื้อกระดูกที่อยู่ระหว่างรูเล็ก ๆ เหล่านั้นจึงบาง และกระดูกชนิดนี้มักจะพบอยู่ชั้นใน compact bone อีกที ส่วนจำนวนของ tissue ทั้งสองชนิดนี้ จะมีมากหรือน้อย และอยู่กันอย่างไรนั้น แล้วแต่กระดูกแต่ละอัน บางทีกระดูกอันเดียวกัน compact และ spongy ต่างก็อยู่ตามที่ของมัน แล้วแต่ความต้องการ ความแข็งแรงหรือไม่ ของกระดูกนั้น ๆ เปลือกตามยาวเกือบทั้งหมดของ long bone ที่เรียกว่า shafts นั้น เป็นพวก compact tissue และตรงกลางมีรูกลวงเรียกว่า central canals หรือ Medullary canals ซึ่งบุด้วยเยื่อบาง ๆ ที่มีเส้นโลหิตและน้ำเหลืองมาเลี้ยงมาก เยื่อบุช่องนี้เรียกว่า Medullary membrane

ไขกระดูก (Bone marrow)

ไขกระดูกมี ๒ ชนิด คือ ชนิดแดง และเหลือง

ไขกระดูกสีแดง (Red marrow) ประกอบด้วย connective tissue บ้างเล็กน้อย ที่ทำหน้าที่ช่วยพยุงพวกเส้นโลหิตและ marrow cells หรือ myelocytes (ซึ่งคล้ายพวกเม็ดโลหิตขาว) นอกจากนั้นก็มีเซลล์พวกไขมัน และมี Erythroblasts (ตัวอ่อนของเม็ดโลหิตแดง) และ Giant cells หรือ Osteoclast (เซลล์ยักษ์ซึ่งทำลายเซลล์กระดูก) เซลล์ชนิดนี้พบในไขกระดูกทั้งสองชนิด แต่พบในชนิดแดงมากกว่าชนิดเหลือง ไขกระดูกสีแดงนี้พบในปลายที่เกาะกัน (articular end) ของกระดูกยาว เช่น Femur และ Humerus และใน Cancellous tissue (กระดูกฟองน้ำ)

ไขกระดูกสีเหลือง (Yellow marrow) ประกอบด้วย connective tissue และมีเส้นโลหิตมากนอกจากนั้นมีเซลล์ และเซลล์ส่วนมากมีเซลล์พวกไขมัน มี Myelocytes น้อยมาก (เซลล์ชนิดใหญ่เป็นตัวอ่อนของเม็ดโลหิตขาว นิวเคลียสอันเดียว มีผู้ลงความเห็นว่าเซลล์ชนิดนี้ต่อไปจะกลายเป็นเม็ดโลหิตขาวในคนรุ่นหนุ่มรุ่นสาว) ไขกระดูกสีเหลืองนี้พบใน Medullary canals ของกระดูกรูปยาว และในช่องว่างของ Cancellous tissues และใน Haversian canals (มาจากชื่อ Clopton Havers นักกายวิภาคชาวอังกฤษปี ๑๖๕๐—๑๗๐๒) Haversian canals เป็น canals ที่อยู่ใน compact tissues ภายใน canals นี้จะมีเส้นโลหิต น้ำเหลือง ประสาท และไขกระดูก

กระดูกทั้งหมดหุ้มด้วยเยื่อหุ้มกระดูก นอกจากปลายที่เป็นกระดูกอ่อน เยื่อหุ้มกระดูกนี้เรียกว่า Periosteum ชั้นนอกของเยื่อนี้เป็นพวก connective tissue ภายในมีร่างแหของ fiber ที่ละเอียดซ้อน ๆ กันอยู่ ในกระดูกที่ยังอ่อนอยู่หมายถึงในเด็ก ๆ Periosteum หนาและมีเส้นโลหิตและน้ำเหลืองมาเลี้ยงมาก ส่วนในคนแก่ Periosteum บางและมีเส้นโลหิตและน้ำเหลืองมาเลี้ยงน้อยมาก

เส้นโลหิต และเส้นประสาทที่มาเลี้ยงกระดูกนั้น ไม่เหมือนกับไปเลี้ยงกระดูกอ่อน กระดูกมีโลหิตมาเลี้ยงมาก ถ้าเยื่อหุ้มกระดูกถูกลอกออกจากกระดูก (fresh bone) จะเห็นว่ามีเลือดไหลมากมายหลายแห่ง โลหิตเหล่านี้ออกมาจาก Canal of Volkmanns (มาจากชื่อของ Alfrade Wilhelm Volkmann เป็นนักกายวิภาคชาวเยอรมัน ในปี ๑๘๐๐—๑๘๗๗) หมายถึงช่องที่เส้นโลหิตจาก Periosteum เข้าและออกจากกระดูกติดต่อกับ HARVERSIAN CANAL

ถ้าทำ Section ของกระดูกยาวตามขวางจะเห็น Harversian System อยู่ทั่ว ๆ ไปใน compact tissue รอบ ๆ Haversian canals มี Lamellae เรียงอยู่เป็นวงกลมและระหว่าง Lamellae นั้นมี Lacunae (บ่อเล็ก ๆ) ตั้งอยู่ ภายในบ่อนี้มีเซลล์ของกระดูกจาก Lacuna อันหนึ่งถึงอีกอันหนึ่งมี canaliculi (คล้ายหลอดเล็ก ๆ) เป็นรัศมีต่อจากจุดศูนย์กลางออกข้างนอก จากภาพนี้จะเห็นว่าชั้นในสุดของ canaliculi ที่เข้าไปสู่ข้างใน Haversian canals นั้น ช่วยติดต่อกับน้ำเหลืองใน canals นี้กับเซลล์ใน Lacunae ที่อยู่รอบ ๆ

ไขกระดูกที่อยู่ในกระดูกรูปยาว ได้รับอาหารจากเส้นโลหิตแดงใหญ่เส้นหนึ่ง (บาง

ที่หลายเส้น) ซึ่งเราเรียกว่า medullary หรือ Nutrient artery ซึ่งเข้าสู่กระดูกที่ Nutrient foramen โดยทั่วๆ ไปรูนี้อยู่ใกล้ๆ กับศูนย์กลางของท่อนกระดูกนั้นและเป็นรูเฉียงๆ ทะลุ compact tissue ซึ่งให้แขนงขึ้นทางด้านบนและด้านล่าง และให้แขนงฝอยๆ ไปในไขกระดูก และเลี้ยง bony tissue แล้วแขนงของเส้นโลหิตเหล่านี้จะมาติดต่อกับเส้นโลหิตแดงของ compact และ cancellous tissue โดยวิธีนี้กระดูกทั้งหมดจะได้รับอาหารจากโลหิต ในกระดูกรูปแบนและกระดูกสั้นที่เป็นฟองน้ำ ส่วนมากก็จะมีช่องที่เป็นทางเข้าของโลหิตสู่ศูนย์กลางของกระดูก เช่นเดียวกับ Nutrient artery ของ long bone เหมือนกัน

เส้นน้ำเหลืองเข้าสู่กระดูกโดยวิธีเดียวกับเส้นโลหิต แล้วเข้าสู่ Haversian canals เยื่อหุ้มกระดูกมีประสาทไปเลี้ยงมาก เส้นประสาทนี้ในที่สุดก็เข้าสู่ข้างในกระดูก โดยเข้าไปพร้อมกับเส้นโลหิตเหมือนกัน

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๒๑)

(แสดง section *ตามขวางของ* long bone *ที่แสดง* osseous tissue *ส่วนนอกสุดเป็น* Perioseum *หุ้มข้างนอกของกระดูก ชั้นล่างหรือในสุดเป็น* Medullary membrane *บุ* Marrow cavity *ระหว่างเยื่อทั้งสองเป็น* compact tissue *ที่ประกอบด้วย* Haversian system *ทุกๆ* system *จะมีรูปกลมๆ แล้วมี* central canals *รูปตรงกลาง)*

— ในวงกลมอันแรก แสดงเนื้อที่ของ system นี้

— ในวงกลมอันที่ ๒ แสดงชั้นของ bony tissue หรือ Lamellae ซึ่งอยู่เป็นวงรอบ ๆ Central canals

— ในวงกลมอันที่ ๓ เส้นเล็ก ๆ ที่เป็นแสงออกนั้นแสดงถึง canaliculi หรือทางของน้ำเหลืองเล็ก ๆ (lymph chanels)

— ในวงกลมอันที่ ๔ จุดดำ ๆ ที่อยู่เป็นวงกลม ๆ ระหว่าง Lamellae นั้นแทน lymph spaces หรือ Lacunae ซึ่งมี bone cells บรรจุอยู่

— ในวงกลมอันที่ ๕ แสดง Central canals, Lacunae และ Canaliculi ซึ่งติดต่อระหว่าง Lacunae อันหนึ่งกับอีกอันหนึ่ง

— ในวงกลมอันที่ ๖ แสดงสิ่งที่อยู่ใน Central canals ว่ามีเส้นโลหิตดำ เส้นโลหิตแดง เส้นน้ำเหลือง และ Areolar tissue

— ในวงกลมอันที่ ๗ แสดง Lamellae, Lacunae, canaliculi และ Haversian canals

— ในวงกลมอันที่ ๘ แสดง Haversian system ที่มีทุกอย่างครบบริบูรณ์

ระหว่าง system อันหนึ่ง ๆ จะมี Interstitial Lamellae ซึ่งมี Lacunae น้อยมาก

กรมศิลปากร

การเจริญของกระดูก

การกำเนิดของกระดูกนั้น (Ossification) เริ่มตั้งแต่ในไข่ที่ยังอ่อนอยู่ (Early embryo) การกำเนิดนี้มี ๒ ชนิด คือ

(๑) Intramembranous คือ เกิดขึ้นจากพวก membrane ก่อน เช่นกระดูก skull (กระดูกกะโหลกศีรษะ)

(๒) Intracartilaginous คือ เกิดจากกระดูกอ่อนก่อน เช่นกระดูกแขนขา

วิธีการกำเนิดของกระดูกที่มาจาก membrane นั้น คือ ชั้นแรกมันสมองเมื่อยังไม่มีกระดูกกะโหลกศีรษะห่ออยู่ข้างนอกนั้น หุ้มด้วยเยื่อหลายชั้น ชั้นติดกับเนื้อสมองหุ้มด้วยเยื่อหุ้มสมอง ถัดออกมาชั้นกลางเป็นพวก Fibrous membrane และชั้นนอกสุดเป็นชั้นผิวหนัง ชั้น fibrous membrane นี้ต่อไปจะกลายเป็นกระดูก และเยื่อหุ้มกระดูก ชั้นนี้ประกอบ

ด้วย Fiber cells พวก Osteoblasts (เซลล์กระดูกตัวอ่อน) ซึ่งมีใน Matrix เมื่อจะเริ่มเป็นกระดูก net work ของ fibers ตรงใจกลางบริเวณนั้นจะเปลี่ยนเป็นกระดูกก่อน โดยมีแคลเซี่ยมอ๊อกไซด์ (พวกหินปูน) จะไปเกาะอยู่ และเกาะติดกับพวก Osteoblasts ตามบริเวณนั้นด้วย เมื่อ fiber เจริญขึ้นจะมีแคลเซี่ยมมาเกาะมากขึ้น บริเวณนั้นจะแข็งเข้ากลายเป็นร่างแหของกระดูก ซึ่งมีเส้นใยชนิด Connective tissue และ Osteoblasts แทรกอยู่ทั่ว ๆ ไป ร่างแหของกระดูกนี้จะหนาขึ้นเรื่อย ๆ Osteoblast: จะเพิ่มจำนวนมากขึ้น แล้วผิวข้างนอกสุดนั้นจะกลายเป็นเยื่อหุ้มกระดูก ถัดชั้นนี้ลงไปข้างล่างเป็นกระดูกหนา และแข็งโดยเป็น Compact bone ข้างในกระดูกหนานี้ลงไปจะเป็นกระดูกพวกฟองน้ำ การกำเนิดของกระดูกกะโหลกศีรษะนั้นยังไม่ต่อกันสนิท เมื่อเด็กแรกเกิด เราจะมองเห็นช่องที่กระดูกยังไม่ต่อกันนี้ ที่เรียกว่า ขม่อม หรือ Fontanels

วิธีการกำเนิดของกระดูกที่มาจากกระดูกอ่อนนั้น เกิดขึ้นในระยะปลายเดือนที่ ๒ ของเด็กที่อยู่ในครรภ์ โครงสร้างของร่างกายจะเริ่มเป็นกระดูกอ่อนก่อน ภายหลังจึงเกิดเป็นกระดูก โดยชั้นแรกเซลล์ของกระดูกอ่อนที่อยู่ตรงใจกลางบริเวณที่จะเป็นกระดูกนั้นจะโตขึ้น และจัดเรียงตัวของมันเองเป็นแถว ๆ แล้วพวก Lime หรือหินปูนจะเกาะแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ แล้วต่อไปก็จะอยู่รอบ ๆ ตัวเซลล์ จึงทำให้เซลล์ไม่ได้รับอาหารจากผนังของมัน ทำให้ตัวเซลล์เหี่ยวตายลงและถูกดูดซึมไป ในช่องว่างนั้น bone cells จะเกิดแทนที่เรื่อย ๆ ไป จนการกำเนิดของกระดูกจะถึงขีดสุด เยื่อหุ้มกระดูกอ่อนที่เรียกว่า Perichondrium จะกลายเป็น Periostrium จุดใจกลางที่เป็นจุดที่กำเนิดของกระดูกนั้น ตั้งต้นในที่ต่าง ๆ กัน แล้วแต่รูปร่างของกระดูก คือ ในกระดูกสั้น ๆ จะตั้งต้นแห่งเดียว คือ ใกล้กับจุดศูนย์กลาง และเจริญออกไปรอบนอก ส่วนกระดูกรูปยาวนั้น ส่วนกลางของกระดูกที่เรียกว่า Diaphysis เจริญจากใจกลางของท่อนกระดูกนั้นออกไปทางหัวและปลายทั้งสองข้าง คือ เจริญตามยาวส่วนตอนหัว หรือปลายของกระดูกที่เรียกว่า Epiphysis ต่างก็มีจุดแรกกำเนิดของมันต่างหาก ในกระดูกอันเดียวกันอาจจะมีจุดจุดเดียว หรือ หลายจุดก็ได้ และการเจริญของกระดูกส่วนปลายนี้ จะเจริญจากจุดศูนย์กลางของมันไปทางส่วนกลางของ

กรมศิลปากร

ท่อนกระดูก คือ ไปทาง Diaphysis โดยวิธีนี้ส่วนต่าง ๆ ของกระดูกจะเจริญขึ้น ระหว่าง Diaphysis กับ Epiphysis นั้น จะมีชั้นบาง ๆ ของกระดูกอ่อนแทรกอยู่ ซึ่งช่วยในการเกิดของกระดูกใหม่ และจะมีอยู่ตลอดระยะเวลาที่ร่างกายยังต้องการการเจริญเติบโต เมื่อกระดูกอ่อนนี้หมดไป การเจริญของกระดูกนี้ก็จะยุติลง

การกำเนิดของกระดูก เริ่มเมื่อเด็กในครรภ์มีอายุหลังจาก ๒ เดือน และจากนั้นกระดูกก็จะเจริญขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระยะหนุ่มสาว และกระดูกบางชิ้น เช่นกระดูกหน้าอก หรือกระดูกก้น หรือกระดูกตะโพกเหล่านี้ ซึ่งแต่ละอันประกอบด้วยกระดูกหลายชิ้น และจะติดต่อเป็นกระดูกชิ้นเดียวกันภายหลังอายุ ๒๑ ปีขึ้นไปแล้ว

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเกิดและการเจริญของกระดูกตามปกตินั้นต้องอาศัยเหตุ ๒ ข้อ คือ

(๑) ได้รับอาหารที่มีแคลเซี่ยม และฟอสฟอรัสเพียงพอ

(๒)เกี่ยวกับสารทางเคมีบางชนิด ซึ่งทำให้ bone cells สามารถใช้แคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสในโลหิตให้เป็นประโยชน์ได้ สารพวกเคมีนี้อาจจะเป็นพวกไวตามินที่ได้จากอาหาร และพวก ฮอร์โมนซึ่งเกิดขึ้นในร่างกายเราเอง เช่น Thyroxine ที่ทำมาจากต่อมไธรอยด์ ฯลฯ การที่มีแคลเซี่ยมน้อยมากในโลหิต อาจจะเป็นเพราะขาดแคลเซี่ยมในอาหารที่รับประทานเข้าไป หรือการดูดซึมพวกแคลเซี่ยมไม่ดี หรือว่าการขับถ่ายพวกแคลเซี่ยมออกทางอุจจาระเร็วเกินไป อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ น้ำนมเป็นอาหารที่มีแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสในปริมาณสูง เด็ก ๆ ถ้าจะให้แข็งแรงควรจะได้รับน้ำนมเป็นจำนวน ๑๐๐๐ ซีซี. ทุกวัน

Rickets หรือ Rachitis (โรคกระดูกอ่อน) โรคนี้เป็นโรคที่เกิดจากกระดูกขาดธาตุแคลเซี่ยม คือ เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสร้างหรือใช้ธาตุแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส ที่มีในโลหิตให้เป็นประโยชน์ได้ กระดูกจึงไม่ปกติ เป็นกระดูกอ่อนและเสียรูป ทำให้ขาโกงออก และทำให้ศีรษะ ตะโพก และหน้าอก มีรูปวิปริต (Malformation) ไปจากธรรมดา ในการป้องกันและรักษาโรคกระดูกอ่อนนี้ ร่างกายจำเป็นจะต้องได้รับอาหารที่มีแคลเซี่ยม ฟอสฟอรัสและไวตามิน ดี เพียงพอ พวกแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสจะพบได้ในอาหารหลาย

ชนิด เช่น น้ำนม เนย ผักสดต่าง ๆ ส่วนไวตามิน ดี พบในน้ำมันตับปลา ไข่แดง และมีมากในแสงแดด ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายสร้างและใช้ แคลเซี่ยม และฟอสฟอรัส ในการเจริญของกระดูกให้เป็นไปตามปกติ

โรคกระดูกอ่อนที่เกิดจากการขาดสารพวกเคมีในโลหิตนั้น มี ๓ ชนิด คือ

(๑) การขาดธาตุฟอสฟอรัส เนื่องจากไม่มีสารประกอบของพวกฟอสฟอรัส (posphate ions) ในโลหิต ชนิดนี้เป็นสาเหตุที่พบมากที่สุดบางทีเราเรียกว่า true rickets มักมีอาการ คือ ตามข้อของกระดูกมักเป็นปมใหญ่ ศีรษะ หน้าอก และกระดูกสันหลัง มักมีรูปร่างผิดปกติ

(๒) การขาดธาตุแคลเซี่ยม ทำให้กระดูกศีรษะ ลำตัว และแขนขา เสียรูปไป และมักมีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อ (tetany) ควบไปด้วย

(๓) ขาดทั้งแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส ทำให้การเจริญของกระดูกผิดปกติ กระดูกเกิดพอกตอนปลายกระดูก (Osteoporosis)

Fracture เป็นคำที่ใช้หมายถึงกระดูกหัก อาจจะหักเป็นบางส่วนหรือหักทั้งท่อน กระดูกหักบางส่วนมักเกิดในเด็กที่กระดูกมีแต่สารพวกอินทรีย์มาก กระดูกจึงโค้งงอได้ง่าย และเมื่อหักจึงไม่หักทั้งท่อน เพราะ fibers บางอันขาดออกจากกันเท่านั้น

การงอกใหม่ของกระดูก (Regeneration of bones)

ถ้าเกิดมีกระดูกหัก โดยมากเยื่อหุ้มกระดูกและ tissue มักฉีกขาดด้วย ทำให้เกิดการอักเสบ (Inflammation) ทำให้โลหิตไปสู่บริเวณนั้นมากขึ้น น้ำเหลือง และเม็ดโลหิตขาว จะซึมออกจากเส้นโลหิตเข้าสู่ tissue บริเวณนั้น ทำให้เกิดสารชนิดหนึ่ง เหนียว ๆ สารนี้ทำให้ปลายกระดูกที่หักต่อยึดมาต่อกัน เกิดเป็น Callus (กระดูกใหม่ ที่เกิดระหว่างปลายกระดูกที่หัก) ตามปกติเซลล์ของกระดูกที่อยู่ที่เยื่อที่หุ้มกระดูก และพวกหินปูน (lime salts) จะเกิดขึ้นแทนที่กระดูกหัก ในรายที่ callus ไม่เกิดขึ้น เยื่อหุ้มกระดูกจะเจริญหนาขึ้น ช่วยในการซ่อมแซมกระดูกหักนั้นได้ ถ้ากระดูกส่วนใหญ่เป็นอันตรายลง และเยื่อหุ้มกระดูกถูกลอกออกจากกระดูก กระดูกที่อยู่ภายใต้อาจจะตายลง ไม่เจริญขึ้นอีกเลย

สรุป

Tissues แยกออกเป็น
- ๑ Connective tissue
- ๒ กล้ามเนื้อ Muscular tissue
- ๓ ประสาท
- ๔ Epithelial tissue

Connective tissue เป็น tissue ที่ประกอบด้วยเซลล์น้อย แต่มี Intercellular substance มาก

ลักษณะ Intercellular material จะแยกลักษณะของ tissue ชนิดนี้ออกเป็นพวก ๆ

ประโยชน์ เพื่อช่วยในการยึดและพยุง tissue อื่น ๆ

ชนิดต่าง ๆ ของ connective tissue

ก. Embryonal

ข. Connective tissue แท้ แบ่งเป็น

1 Areolar connective tissue

2 Adipose connective tissue

3 Liquid tissue

4 Reticular tissue

5 Elastic connective tissue

6 Fibrous connective tissue

ค. กระดูกอ่อน (cartilage)

ง. กระดูก (bones)

ก. Embryonal tissue หมายถึงระยะการเจริญขั้นแรกของ connective tissue ที่ประกอบด้วยตัวเซลล์ มี Ground substance เป็น มูก (mucin) มาก จึงเรียกว่า Mucous connective tissue

ข. Connective tissue แท้

Areolar connective tissue ใน ground substance จะมีมัดของ fibrous fibers

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ เฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

เป็นคลื่นหยัก ๆ และมีเส้นของ elastic fibers นอกจากนั้นเป็นเซลล์

หน้าที่ ช่วยยึดกัน และหุ้ม tissue อื่น ๆ

Fluid matrix คือ fluid tissue

Fluid matrix ช่วยนำอาหารจากโลหิตและน้ำเหลืองไปเลี้ยงเซลล์ และนำของเสียจากเซลล์ไปสู่โลหิตและน้ำเหลือง นอกจากนั้นยังเป็นที่เก็บอาหาร เช่นน้ำ เกลือ น้ำตาล

Adipose tissue เหมือนพวก Areolar tissue แต่เซลล์เป็นพวก fat cells

หน้าที่ — เป็นที่เก็บอาหาร เช่นไขมันเมื่อร่างกายต้องการจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล (glucose)

— ป้องกันไม่ให้ความร้อนออกจากผิวหนังเร็วเกินไป

— ป้องกันและห่อหุ้มอวัยวะที่บอบบาง

Liquid tissue tissue ชนิดนี้มี intercellular substance เป็นของเหลว มีเซลล์เป็นเม็ดโลหิตและน้ำเหลือง

Reticular tissue คล้าย Areolar tissue แต่มีร่างแหของ fibrous fibers ส่วนเซลล์จะเกาะอยู่ข้าง ๆ

Lymphoid tissue เป็น Reticular tissue ที่มี lymph cells อยู่ตามช่องของร่างแหนั้น

หน้าที่ ช่วยเป็นโครงร่างของอวัยวะหลายอัน เช่นต่อมน้ำเหลือง ไขกระดูก กล้ามเนื้อ นอกจากนั้นมี ม้าม เยื่อบุทางเดินของอาหาร ปอด ตับ และไต

Elastic tissue ประกอบด้วยเซลล์และ Elastic fibers มาก มี Fibrous fibers เหมือนกันแต่เป็นจำนวนน้อย

หน้าที่ เพราะสามารถยืดหยุ่นได้ จึงประกอบเป็นผนังของเส้นโลหิต ถุงลมในปอด หลอดลม (Larynx) สายเสียง (Vocals folds) และปอด

Fibrous tissue มีเซลล์เรียงอยู่เป็นแถว ๆ ระหว่างมัดของ fibrous fibers เท่านั้น มีลักษณะแน่นและเหนียวมาก แต่งอไปมาได้เล็กน้อย

หน้าที่ พบในรูปของเยื่อขึง (ligaments) ในเอ็นในแผ่นเยื่อเหนียว Aponeurosis และ

พังผืด (fasciae)

ค. กระดูกอ่อน ประกอบด้วยหมู่เซลล์ใน Matrix มีลักษณะแน่นเหนียว และยืดได้นิดหน่อย มีเยื่อหุ้มชื่อ Perichondrium แบ่งออกเป็น

1 Hyaline cartilage

2 Fibrecartilage

3 Elastic cartilage

ง. กระดูก เป็น connective tissue ที่มี intercellular substance แข็ง โดยมีพวกเกลือแร่ไปเกาะติดอยู่

กระดูกประกอบด้วย
- อนินทรีย์สาร ประมาณ ๖๗ %
  - แคลเซียมฟอสเฟต $Ca_3(PO_4)_2$
  - แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)
  - แคลเซียมฟลูโอไรด์ (CaF_2)
  - แม็กนีเซียมฟอสเฟต $Mg_3(PO)_4$
  - เกลือ (NaCl)
- อินทรีย์สาร ๓๓ %
  - เซลล์
  - เส้นโลหิต
  - Gelatinous substance

กระดูกแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ
- ๑ คล้ายฟองน้ำ Cancellated or spongy
- ๒ แน่นคล้ายงาช้าง compact

canals ของกระดูกมี ๒ ชนิด คือ

๑ ใน Medullary มีไขกระดูกแดงและเหลือง

๒ Haversian canals มีเส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลือง

ใน Haversian systems มี

๑ Haversian canals มี Lamellae, Lacunae และ Canaliculi อยู่ล้อมรอบ

๒ Lamellae เป็น fibers ของกระดูกที่เรียงกันเป็นวงแหวนรอบ ๆ Haversian canals

กรมศิลปากร

๓. Lacunae เป็นช่องเล็ก ๆ ระหว่าง Lamellae ซึ่งมี Bone cells ฝังอยู่

๔. Canaliculi เป็น canal ซึ่งติดต่อระหว่าง Lacuna อันหนึ่งถึงอีกอันหนึ่ง คล้ายเป็นรัศมีออกจาก Haversian canals ออกสู่วงภายนอก

Medullary membrane คือ เยื่อบุ Medullary canal

ไขกระดูกมี สองชนิด

๑. ไขกระดูกสีแดง กอปด้วย connective tissue เส้นโลหิต ตัวอ่อนของเม็ดโลหิตแดง (Erythroblasts) เม็ดโลหิตขาว (Myelocytes) ที่อ่อนอยู่นอกจากนี้มี Fat cells และ giant cells พบที่ช่องของไขกระดูก ที่อยู่ที่ปลายของกระดูกยาว และใน cancellous tissue

๒. ไขกระดูกสีเหลือง กอปด้วย connective tissue, fat cells ซึ่งมีมากกว่าไขกระดูกสีแดง มี Myelocytes น้อย มี Erythrocytes และ giant cells น้อยด้วย Myelocytes ต่อไปกลายเป็น เม็ดโลหิตขาวและเซลล์ของน้ำเหลือง ไขกระดูกชนิดนี้พบใน Medullary canals ของ long bone ด้วย

Periosteum คือเยื่อที่หุ้มกระดูกนอกจากปลายที่เป็นกระดูกอ่อน เยื่อนี้ให้อาหารแก่กระดูก สำคัญมากในการซ่อมแซมกระดูกและการเกิดกระดูกใหม่

เส้นโลหิตที่เลี้ยงกระดูก มีแขนงของ Nutrient artery ใน medullary canals และแขนงบางเส้นจาก Haversian canals พวกนี้เข้าและออกจากกระดูกโดยทางเส้นโลหิตของ periosteum

การเจริญและการกำเนิดของกระดูก เริ่มตั้งแต่ในครรภ์ มี ๒ อย่าง คือ

1. Intramembranous (อธิบายในบทที่ ๕)
2. Intracartilaginous (อธิบายในบทที่ ๕)

การเจริญของกระดูกแล้วแต่ ได้รับอาหารที่มี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และไวตามินดีเพียงพอ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

ตอนที่ ๒

กล่าวถึงโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ

ที่มีความสัมพันธ์ (correlation) และประสานงาน (co-ordination) ซึ่งกันและกัน ของอวัยวะนั้น ๆ ที่ช่วยในการเคลื่อนไหวของร่างกาย (External activities)

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๕

ระบบโครงกระดูกซึ่งรวมกระดูก และโพรงภายในกระดูก ส่วนประกอบของศีรษะและตัวและแขนขา

กระดูกเป็นอวัยวะสำคัญในการช่วยพยุงร่างกาย โดยเป็นโครงร่างที่ให้กล้ามเนื้อมาเกาะทำให้เป็นรูปร่างอยู่ได้ ทั้งป้องกันอวัยวะภายใน และช่วยให้รูปร่างและลักษณะของคน และสัตว์ได้รูปทรงที่เหมาะ นอกจากนั้นที่ข้อต่อของกระดูกช่วยในการเคลื่อนไหว และในไขกระดูกของกระดูกยาวยังเป็นที่เกิดของเม็ดโลหิตอีกด้วย

ในรุ่นหนุ่มสาว โครงกระดูกประกอบด้วยกระดูก ๒๐๖ ชิ้น มี

กระดูกกระโหลกศีรษะ	(cranium)	๘ ชิ้น
กระดูกหน้า		๑๔ ชิ้น
กระดูกหู มี	Malleus (รูปค้อน) ๒ Incus (รูปทั่ง) ๒ Stapes (รูปโกลน) ๒	๖ ชิ้น
กระดูกโคนลิ้น	(Hyoid)	๑ ชิ้น
กระดูกสันหลัง	(Vertebral column)	
รวมทั้งกระดูกก้นกบ และกระดูกก้น		๒๖ ชิ้น
กระดูกหน้าอกและกระดูกซี่โครง		๒๕ ชิ้น
กระดูกแขน	(Upper extremities)	๖๔ ชิ้น
กระดูกขา	(Lower extremities)	๖๒ ชิ้น

กระดูกอาจแบ่งตามรูปร่างได้ ๔ ชนิด คือ

๑. กระดูกรูปยาว Long bone
๒. กระดูกรูปสั้น short bone
๓. กระดูกรูปแบน flat bone
๔. กระดูกรูปต่าง ๆ ที่ต่างจากที่กล่าวมาแล้ว irregular bone

กระดูกรูปยาวประกอบด้วย shafts (ท่อนกลาง) และปลายสองข้าง ส่วนใหญ่ของ shafts เป็น compact tissue Compact tissue นี้หนาที่สุดตอนกลาง ๆ ของท่อนกระดูกซึ่งตอนนี้ของท่อนกระดูกมักจะเรียวเล็กกว่าตอนอื่น ๆ ข้างในเข้าไปเป็น Medullary canals

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ เฉลิมพระเกียรติ

ตอนปลายทั้งสองข้างของกระดูกรูปยาว เป็นพวก Cancellous tissue มี compact tissues บาง ๆ หุ้มอยู่ข้างนอก ตอนปลายหรือบางทีเรียกว่าหัวของกระดูกนี้ใหญ่ เพื่อต้องการเนื้อที่กว้างเพื่อให้กล้ามเนื้อมาเกาะ กระดูกยาวทั้งหมดพบในกระดูกขา และแขน เช่น Humerus

กระดูกสั้นมักมีขนาดต่าง ๆ กัน เกือบทั้งชิ้นเป็น spongy นอกจากผิวข้างนอกบาง ๆ เป็น compact tissue กระดูกสั้นมีกระดูกข้อมือ (carpus) ๑๖ ชิ้น กระดูกข้อเท้า (Tarsus) ๑๔ ชิ้น กระดูกสะบ้า ๒ ชิ้น

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๒๒)
(แสดงโครงกระดูกของมนุษย์ ทางด้านหน้าและด้านข้าง)

กระดูกรูปแบนนั้น มักพบในที่ใช้ป้องกันอวัยวะที่อยู่ภายใน หรือต้องการให้มีเนื้อที่กว้างเพื่อให้มีกล้ามเนื้อเกาะ ประกอบด้วย compact tissue บาง ๆ ประกบกัน มี cancellous tissue อยู่กลาง

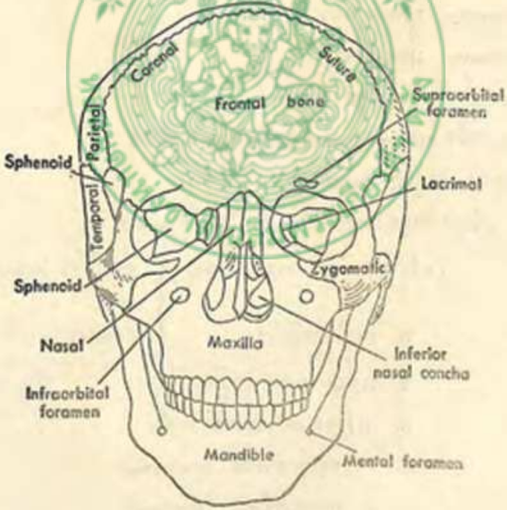
กระดูกรูปแปลกอื่น ๆ โดยมากกระดูกพวกนี้รูปร่างไม่เหมือนกับที่กล่าวมาแล้วทั้งสาม เช่น กระดูกสันหลัง และกระดูกหู

ปุ่มยื่นและรอยบุ๋มของกระดูก ที่ผิว ๆ ของกระดูกบางตอนจะมีปุ่มยื่นออกมา เรียก processes และบางตอนมีรอยบุ๋มลงไปเล็ก ๆ เรียกว่า fossae หรือ cavities อาจจะใช้คำอธิบายเป็นศัพท์เฉพาะ สำหรับบอกลักษณะของมัน ปุ่มยื่นและรอยบุ๋มนี้แยกออกเป็น

๑. Articular หมายถึง ปุ่มยื่นหรือรอยบุ๋มเพื่อให้ กระดูกต่อกระดูกมาเกาะกัน เป็นข้อต่อต่าง ๆ

๒. nonarticular เพื่อเป็นที่เกาะของ ligament และกล้ามเนื้อ

กรมศิลปากร



(รูปที่ ๒๓)

(ด้านหน้าของกระโหลกศีรษะ)

ความหมายของรอยบุ๋มหรือช่องต่าง ๆ

Fissure หมายถึงรอยแยก หรือช่องตัดแคบ ๆ

Foramen เป็นรูหรือช่องสำหรับเป็นทางผ่านของเส้นโลหิต ประสาท และน้ำเหลือง

Meatus หรือ canals เป็นทางยาวเล็ก ๆ คล้ายหลอด

Sinus หรือ Antrum เป็นโพรงข้างในของกระดูกบางชิ้น

Groove หรือ sulcus ร่อง

ความหมายของปุ่มยื่นหรือส่วนนูน

Process	ปุ่มยื่น
Condyle	ปุ่มกลม
Tubercle	ปุ่มกลมเล็ก ๆ
Tuberosity	ปุ่มกลมใหญ่
Trochanter	ปุ่มนูนใหญ่ ๆ
Crest	สันกระดูก

spine หรือ spinous process ปุ่มยื่นแหลม ๆ เล็ก ๆ

Head หัวกระดูกยาวอยู่บน neck

โครงกระดูกแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ได้ ๒ ส่วน คือ

(๑) โครงที่เป็นแกนของร่างกาย

ก. กะโหลกศีรษะ { ส่วนศีรษะ (cranium) / ส่วนหน้า (Face) }

ข. Hyoid กระดูกโคนลิ้น

ค. กระดูกส่วนลำตัวแยกออกเป็น

— กระดูกสันหลัง (Vertebrae)

— กระดูกหน้าอก (Sternum)

— กระดูกซี่โครง (Ribs)

(๒) โครงกระดูกส่วนที่ต่อจากแกนกลางมี

กรมศิลปากร

ก. ส่วนแขน Upper extremities

ข. ส่วนขา Lower extremities

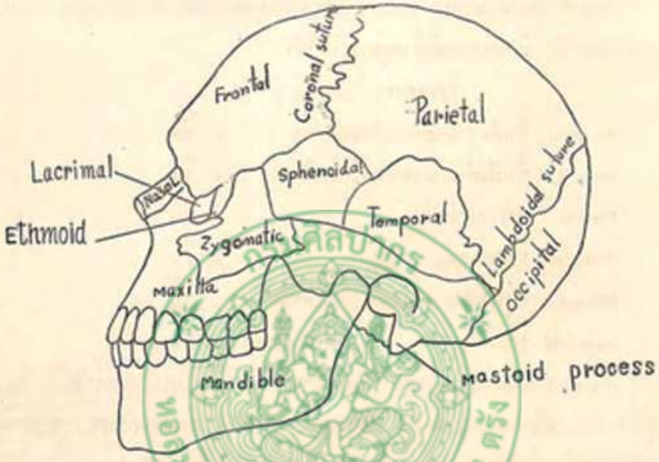
ส่วนกระโหลกศีรษะหรือ Skull ตั้งอยู่บนกระดูกสันหลัง ประกอบด้วย cranium ซึ่งหุ้มมันสมองไว้ กับกระดูกหน้าซึ่งอยู่ทางด้านหน้า

กระดูกของ Cranium มี

Occipital	ซึ่งเป็นฐานของกระโหลกศีรษะ	๑	ชิ้น
Parietal	ซึ่งเป็นด้านบนของกระโหลกศีรษะ	๒	ชิ้น
Frontal	กระดูกหน้าผาก	๑	ชิ้น
Temporal	บริเวณขมับ และหู	๒	ชิ้น
Ethmoid	อยู่ระหว่าง cranium กับช่องจมูก	๑	ชิ้น
Sphenoid	รองรับมันสมอง และอยู่ด้านหลังของ เบ้าตา	๑	ชิ้น

Occipital bone อยู่ท้ายทอย และเป็นฐานด้านหลังของกระโหลกศีรษะ พื้นในเว้าเข้าไปและมีปุ่มยื่นออกมาบางแห่ง เป็นที่อยู่ของมันสมอง ทางส่วนล่างของ กระดูกนี้จะมีช่องกลมใหญ่ เรียกว่า Foramen magnum ซึ่งเป็นทางผ่านของ Medulla oblongata ซึ่งเป็นส่วนของสมองที่คอดเล็กลงมาต่อกับไขสันหลัง ข้าง ๆ ของ foramen magnum จะมีปุ่มยื่นออกมา ๒ อัน เรียก condyles ซึ่งไปเกาะกับกระดูก Atlas (กระดูกสันหลังอันที่ ๑)

ด้านนอกจะโค้งนูนออก ระหว่างกึ่งกลางของส่วนที่นูนออกนี้ กับ foramen magnum จะมีบริเวณที่ยื่นออกมาเรียกว่า External occipital protuberance ซึ่งถ้าคลำดูจะพบ จากบริเวณนี้จะมีสันของกระดูกต่อไปยัง froamen magnum เรียก External Occipital crest protuberance กับ crest เป็นที่เกาะของ Ligamentum nuchae (ดูรูปที่ ๒๕) มีแนวโค้ง ๆ ๒ แนวอยู่ข้าง ๆ ของ protuberance และส่วนที่ยื่นออกไปข้างหลัง foramen magnum เรียก sguama เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อหลาย ๆ มัด



กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๒๘)

(ด้านข้างของกระโหลกศีร์ษะ)

Parietal bones มี ๒ ข้าง ขวาและซ้าย ซึ่งกอบขึ้นเป็นด้านข้างและด้านบนของกระโหลกศีร์ษะ พื้นด้านนอกของกระดูกนี้โค้งและเรียบ พื้นในจะเว้าเข้าและมีปุ่มและแอ่งของกระดูกเป็นที่อยู่ของมันสมอง และมีร่องเล็ก ๆ หลาย ๆ แห่งเป็นที่อยู่ของเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยง Dura mater (เยื่อหุ้มสมองชั้นนอก)

(รูปที่ ๒๕)

(แสดง Ligamentum nuchae มองจากด้านขวา)

Frontal bone เป็นส่วนหน้าผากของกระโหลกศีรษะ และเป็นส่วนของเบ้าตาและช่องจมูก ส่วนโค้งที่นูนออกข้างบนเบ้าตานั้นเรียกว่า Supraorbital margin ข้างบนของ supraorbital margin นี้กลวงข้างในเรียกว่า frontal sinus มีอากาศ บรรจุอยู่และมีทางเปิดติดต่อ ถึงจมูก ส่วนบนและด้านนอกของเบ้าตามีรอยบุ๋มลงไปทั้งสองข้าง เรียก Lacrimal fossae ซึ่งเป็นที่อยู่ของต่อมน้ำตา (lacrimal gland) เมื่อเด็กแรกคลอดกระดูกนี้มี ๒ ชิ้น ต่อไปจะกลายเป็นชิ้นเดียวกัน ชั้นแรกจะมีรอยต่อระหว่างกลางของกระดูกนี้ลงไปต่อกับกระดูกจมูก และรอยต่อนี้จะลบไปภายหลังเด็กอายุได้ ๒–๓ ขวบ

(รูปที่ ๓๖)

(กระดูก temporal ข้างขวามองทางด้านนอก)

Temporal bones หรือกระดูกขมับ มี ๒ ชิ้นซ้ายขวา เป็นด้านข้างและฐานของกระโหลกศีร์ษะ แบ่งออกเป็น ๔ ส่วน คือ

๑. Squama เป็นส่วนกว้างบาง ซึ่งเป็นด้านบนและด้านหน้าของกระดูกชิ้นนี้ จากส่วนล่างของ squama เป็นสันของกระดูกยื่นออกมา โค้ง ๆ ยาว ๆ เรียก zygomatic process ซึ่งต่อกับ Temporal process ของกระดูก zygomatic

๒. Petrous เป็นส่วนที่มีรูป สามเหลี่ยมคล้ายปิระมิด ซึ่งปลายชี้ลงทางด้านฐานของกระโหลกศีร์ษะ ระหว่าง sphenoid กับ กระดูกท้ายทอย ในโพรงข้างในเป็นที่อยู่ของหูชั้นใน ซึ่งเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดเกี่ยวกับการได้ยิน

ระหว่าง squamous กับ petrous เป็นแอ่งลงไปเรียก Mandibular fossa ซึ่งเป็นที่ให้ condyle ของกระดูกขากรรไกรล่างมาสวมเข้า

๓. Mastoid อยู่ข้างล่างของช่องหู ข้างในมีโพรงของกระดูกเรียก Sinuses หรือ Mastoid cells ภายใน sinus นั้นมีอากาศ ซึ่งเปิดติดต่อหูชั้นกลาง ถ้าเยื่อบุโพรงอากาศนี้อักเสบ เรียก Mastoiditis การอักเสบอาจจะทะลุกระดูกนั้น ไปถึงเยื่อหุ้มสมอง ทำให้เกิดเป็น Meningitis ได้ เพราะฉะนั้นการผ่าตัดเมื่อมี Mastoiditis มักเจาะใส่ท่อ drain ให้หนองไหลออกข้างนอก ป้องกัน meningitis มิให้เกิดขึ้น

๔. Tympanic เป็นชิ้นเล็ก ๆ อยู่ข้างล่าง squama และอยู่ข้างหน้าของ Mastoid process มันเป็นส่วนข้าง ๆ ของรูหู

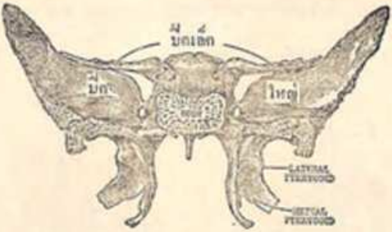
(รูปที่ ๒๗)

(กระดูก Ethmoid รูปที่ ๑ แสดงพื้นด้านล่าง รูปที่ ๒ พื้นด้านบนแสดง Ethmoid cells)

๕. Styloid เป็นชิ้นยาวเล็ก ๆ อยู่ข้างล่างของกระดูก Temporal ปลายชี้ลงข้างล่าง ไปยึดติดกับ Ligament และกล้ามเนื้อของลิ้น

กระดูก Ethmoid ประกอบไปด้วย Cancellous tissue เพราะฉะนั้นจึงเบา แบ่งออกเป็น Cribiform plate, perpendicular plate และ Labyrinths หรือปุ่มเล็ก ๆ ที่อยู่ข้าง ๆ ๒ อัน ส่วนที่เป็น cribiform เป็นหลังคาของ ช่องจมูก และอยู่ใกล้พื้นด้านหน้าของกระโหลกศีรษะ มันเต็มไปด้วยรูเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นรูผ่านของแขนงของเส้นประสาทรับกลิ่น (Olfactory nerve) ผ่านจากเยื่อบุของช่องจมูกเข้าสู่ศูนย์กลางประสาทที่รับกลิ่นได้ cribiform plate เป็น perpendicular plate ซึ่งเป็นส่วนบนของจมูกที่เป็นฝากั้นกลางช่องจมูก แต่ละข้างของมันนี้ masses ซึ่งเป็นส่วนข้าง ๆ ของเบ้าตา และเป็นด้านข้างของช่องจมูกด้วย ภายใน mass นั้นมี sinuses มากมาย ซึ่งมีทางติดต่อกับช่องจมูก ใต้ cribiform plate แต่ละข้างของ septum (ฝากั้นกลางช่องจมูก) เป็นปุ่มเล็ก ๆ ๒ อัน คือ anterior กับ middle conchae

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๒๘)

(แสดงรูปกระดูก sphenoid ที่มองจากด้านหลัง)

กระดูก Sphenoid ตั้งอยู่ทางด้านหน้าของฐานของกระโหลกศีรษะ และเป็นจุดศูนย์กลางของกระดูกศีรษะชิ้นอื่น ๆ มีรูปคล้ายกับค้างคาว หรือ ผีเสื้อ คือ มีลำตัว มีปีกใหญ่สองปีก ปีกเล็ก ๒ ปีก และแต่ละด้านของปีกทางส่วนล่าง มี Pterygoid processes ข้างละ ๒ อันยื่นลงมาข้างล่าง ส่วนลำตัว หรือ body ด้านหน้าติดต่อกับกระดูก Ethmoid และด้านหลังติดต่อกับกระดูกท้ายทอย ข้างในมีโพรงหลายอันเรียก Sphenoid sinusses ซึ่งมีทางติดต่อกับ Nasopharynx ทางด้านบนของ body นั้น เป็นแอ่งเล็ก ๆ เรียกว่า Sella turcica ซึ่งเป็นที่อยู่ของ Hypophysis cerebi หรือต่อม Pituitary

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

(รูปที่ ๒๖)

(แสดงรูปกระโหลกศีร์ษะผ่ากลางจมูกค่อนไปทางซ้ายนิดหน่อย แสดง Vomer กับกระดูกใกล้ ๆ นั้น สังเกตดูโพรงในกระดูก Frontal กับกระดูก Sphenoid) (Gerrish)

กระดูกหน้ามี ๑๔ ชิ้นดังนี้ คือ

กระดูกจมูก (Nasal bone)	๒ ชิ้น
Vomer	๑ ชิ้น
Inferior nasal concha (หรือ inferior turbinate)	๒ ชิ้น
Lacrimal	๒ ชิ้น
Zygomatic	๒ ชิ้น
กระดูกเพดาน (Palatine bone)	๒ ชิ้น
กระดูกขากรรไกรบน (Maxilla)	๒ ชิ้น
กระดูกขากรรไกรล่าง (Mandible)	๑ ชิ้น

กระดูกจมูก เป็นกระดูกยาวเล็ก ๆ ๒ ชิ้น ด้านข้างต่อข้างจะติดกันซึ่งกอปกันเข้าเป็นสันจมูก อยู่ตรงกลางและด้านบนของส่วนหน้า ส่วนล่างของจมูกเป็นกระดูกอ่อน

กระดูก Vomer เป็นกระดูกชิ้นเดียวและอยู่ข้างล่าง และเป็นส่วนหลังของช่องจมูก เป็นส่วนหนึ่งของ septum ซึ่งกั้นกลางช่องจมูก กระดูกนี้บางและต่างกันในคนหนึ่ง ๆ

กระดูก turbinate หรือที่เรียกว่า Inferior nasal conchae แต่ละข้างอยู่ที่รูจมูกด้านนอก เป็นชิ้นบางๆ ของ cancellous bone งอนิดหน่อย ปลายม้วนขึ้น อยู่ใต้ superior กับ middle conchae ของกระดูก Ethmoid กระดูกนี้มักจะเฉหรือเบนออกมา ซึ่งเป็นโรคของกระดูกนี้ หรือบางทีเกิดกับเยื่อที่หุ้มกระดูก ซึ่งมักพบอยู่เสมอ

กระดูก Lacrimal เป็นส่วนหน้าของผนังด้านในของ เบ้าตา รูปร่างคล้ายเล็บมือเด็กๆ และที่เรียก Lacrimal เพราะเป็นทางผ่านของท่อน้ำตา

กระดูก Zygomatic หรือ malar เป็นกระดูกโหนกแก้มและเป็นผนังด้านนอก และเป็นพื้นของ เบ้าตา มี process ยื่นออกไปทางด้านหลังเรียก Temporal paccess ไปติดต่อกับ Zygomatic process ของกระดูกขมับ ทำให้แต่ละข้างเป็น Zygomatic arch หรือโหนกแก้ม

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๓๐) (Gerrish)

(กระดูก Palatine ๒ อันเกาะกันอยู่ในท่านี้)

กระดูก Palatine มี ๒ อัน แต่ละชิ้นรูปคล้ายตัวอักษร "L" ตั้งอยู่ทางส่วนหลังของช่องจมูกระหว่างกระดูกขากรรไกรบนกับ Pterygoid processes ของกระดูกรูปผีเสื้อ กระดูกนี้เป็นส่วนประกอบของ

๑. เพดานปาก

๒. เป็นพื้นด้านล่างและเป็นผนังด้านนอกของช่องจมูก

๓. มีบางส่วนเป็นพื้นล่างของเบ้าตา

(รูปที่ ๓๑) (Gerrish)

(*กระดูกขากรรไกรบนอันซ้ายตัดให้เห็น* Maxillary sinuses)

กระดูกขากรรไกรบนหรือ Maxilla มี ๒ ชิ้นขวาและซ้าย แต่ตรงกลางต่อกันเข้าเป็นขากรรไกรบนทั้งหมด แต่ละอันเป็นส่วนประกอบของ

๑. เป็นพื้นล่างของเบ้าตา

๒. เป็นพื้นและเป็นผนังด้านข้างของช่องจมูก

๓. ส่วนใหญ่เป็นเพดานปาก

แต่ละอันมี processes ๔ อัน ข้างในมีโพรงอากาศซึ่งมีทางเปิดเข้าในจมูก process ที่ติดต่อกับกระดูก palatine เรียก Palatine process และไปต่อกันเป็นพื้นล่างของจมูกและเป็นเพดานปาก ตามธรรมดาก่อนเด็กคลอด กระดูกเหล่านี้มักจะติดเป็นอันเดียวกัน แต่ถ้ามีเหตุที่ทำให้มันไม่ติดกัน มีรูโหว่ไว้เราเรียกว่า Cleft palate หรือเพดานโหว่

กระดูกขากรรไกรล่างหรือ Mandible เป็นกระดูกใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดของกระดูกหน้า ประกอบด้วย body ซึ่งเป็นด้านหน้าซึ่งโค้งนิดหน่อย และส่วนที่ยื่นขึ้นข้างบน

เป็น Ramus (Rami) ด้านบนของส่วน body หรือที่เรียกว่า ด้านที่ติดกับฟัน มีรู ๆ สำหรับฟันฝังอยู่ Ramus แต่ละข้างมี condyle ซึ่งไปสวมเข้ากับ Mandibular fossae ของกระดูกขมับ และมี Coronoid process ซึ่งเป็นที่เกาะของ Temporal muscles และบางส่วนของกล้ามเนื้อ buccinator ส่วนเว้าที่อยู่ระหว่าง processes ทั้งสองอันนี้เรียก Mandibular notch ตรงส่วนล่างของฟันกรามซี่ที่ ๑ เป็น Mental foramen ซึ่งเป็นทางผ่านของเส้นประสาทส่วนล่างที่ไปเลี้ยงฟัน (Inferior dental nerve) ซึ่งเป็นแขนงของ Mandibular nerve ซึ่งมาจากเส้นประสาทที่มาจาก สมองคู่ที่ ๕ (Trigeminal nerve) อีกทีหนึ่ง เส้นประสาทที่ผ่าน mental foramen จะไปเลี้ยงฟันกรามใหญ่ และกรามเล็ก (premolar) ของขากรรไกรล่าง

เมื่อเด็กแรกคลอดกระดูกขากรรไกรล่างนี้มีรอยแบ่งออกเป็นสองส่วน ซึ่งจะต่อเป็นชิ้นเดียวกันภายในขวบแรก กระดูกนี้จะมีรูปร่างไม่คงที่ตลอดเวลาที่เรามีชีวิตอยู่ เปลี่ยนจากครั้งแรกที่มีฟันน้ำนมกับภายหลังมีฟันแท้ และเมื่อแก่ลงในเมื่อฟันหลุดหมดแล้ว กระดูกที่เป็นแอ่ง ๆ สำหรับสวมอยู่กับฟัน ก็จะถูกดูดซึมละลายไปเป็นต้น

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๓๒) (Gerrish)

(กระดูกขากรรไกรล่างมองจากด้านขวา)

กระโหลกศีรษะส่วนที่ห่ออยู่ข้างนอกมันสมองเป็น cranium ซึ่งประกอบด้วยกระดูก ๘ ชิ้น แต่ใน ๔ ชิ้นคือ กระดูกท้ายทอย ๑ ชิ้น parietal ๒ ชิ้น และกระดูกหน้าผาก ๑ ชิ้น เป็นกระดูกชนิดแบน ประกอบด้วย compact tissue บาง ๆ ประกบกัน แผ่นที่

อยู่ด้านข้างนอกหนา และแข็งแรงกว่าแผ่นที่อยู่ข้างใน ฐานของกระโหลกศีร์ษะจะหนาและแข็งแรงกว่าด้านบน และด้านข้าง กระโหลกศีร์ษะนี้ foramen เป็นจำนวนมาก เพื่อเป็นทางผ่านของเส้นประสาทสมอง และเส้นโลหิต ๆ ล ๆ

ได้กล่าวมาแล้วว่า กระดูกกระโหลกศีร์ษะส่วนที่ห่อหุ้มมันสมองนั้นโดยมากเป็นกระดูกแบนและบาง และกำเนิดขึ้นตั้งแต่ระยะแรกของเด็กในครรภ์ การกำเนิดของกระดูกนี้ค่อย ๆ เจริญขึ้นจากจุดแรกกำเนิดซึ่งมักอยู่ศูนย์กลางของชิ้นกระดูกนั้น ๆ และการกำเนิดของกระดูกนั้นยังไม่สมบูรณ์เมื่อเด็กคลอดใหม่ ๆ คือจะเห็นว่ากระดูกแต่ละชิ้นยังไม่ติดกันสนิท มีเยื่อ (membrane) ซึ่งอยู่ระหว่างรอยต่อนั้นที่เรียกว่า ขม่อม หรือ fontanels

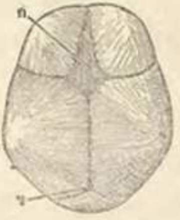
Fontanels มี ๖ แห่ง ซึ่งมีรูปร่างและตำแหน่งที่อยู่ต่าง ๆ กัน

(๑) Anterior หรือ bregmatic fontanel เป็นช่องใหญ่ที่สุด มีรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน อยู่ทางด้านหน้า มีอยู่ ๑ ช่อง เกิดจากมุมของกระดูก parietals ๒ ชิ้นและรอยต่อกลางของกระดูกหน้าผาก ตามปกติ fontanel นี้จะปิดเมื่อเด็กอายุประมาณ ๑๘ เดือน แต่ถ้าเกิดผิดปกติอาจจะปิดช้าหรือเร็วกว่านี้ ในรายที่สมองเจริญช้ามากเกิดเป็น Microcephalus ทำให้ปิดเร็ว แต่ในรายที่เป็น Hydrocephalus ซึ่งเพิ่มความดันข้างในทำให้ fontanels เปิดอ้าอยู่อย่างนั้น ในรายที่เป็นโรคกระดูกอ่อนหรือ Cretinism (โรคแคระเนื่องจากขาดน้ำจากต่อมไธรอยด์ ตั้งแต่เด็ก) ซึ่งรักษาไม่ได้อาจจะไม่ปิดจนโต

(๒) Posterior หรือ Occipital fontanel อยู่ด้านหลังมี ๑ ช่อง เป็นรูปสามเหลี่ยมและขนาดเล็ก อยู่ระหว่างรอยไม่ต่อของกระดูกท้ายทอย และ parietal ทั้ง ๒ ชิ้น โดยมากปิดเมื่อภายหลังที่เด็กคลอดได้ ๒ ถึง ๓ เดือน

(๓) Anterolateral หรือ sphenoidal fontanel อยู่ด้านข้างและค่อนไปทางข้างหน้าของกระโหลกศีร์ษะ มี ๒ ช่อง เกิดจากรอยไม่ต่อของกระดูกหน้าผาก กระดูกขมับ กระดูกparietal กับกระดูก sphenoid เป็นช่องเล็ก ๆ และตามปกติปิดเมื่อภายหลังเด็กคลอด ๓ เดือน

(๔) Posterolateral หรือ Mastoid fontanels อยู่ด้านข้าง และค่อนไปทางข้างหลัง มี ๒ ช่อง เกิดจากรอยไม่ต่อของกระดูก parietals กระดูกท้ายทอย และกระดูกขมับ ภายหลังคลอดช่องนี้จะเล็กลง แต่โดยมากจะปิดเมื่อเด็กอายุ ๒ ขวบ



(รูปที่ ๓๓) Toldt (รูปที่ ๓๔) (Toldt)

(กระดูกกระโหลกศีร์ษะของเด็กคลอดใหม่มองจากด้านข้าง
ก. เป็น Anterolateral fontanel
ข. posterolateral fontanel
และ ค. วงแหวน tympanic

ก. Anterior fontanel
ข. Posterior fontanel

Membrane ที่อยู่ระหว่างรอยต่อของกระดูกกระโหลกศีร์ษะ และที่อยู่ระหว่าง fontanels นั้น ย่นไปซ้อน ๆ กันได้ บางขณะเช่นในเวลาคลอด ทำให้กระโหลกศีร์ษะร่นไปชิดกัน ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของกระโหลกศีร์ษะเด็กลดลง ซึ่งเราเรียกว่า Molding ทำให้ศีร์ษะมีรูปยาว คลอดง่ายเข้า โดยเฉพาะช่วยในรายที่ระยะแรกของการคลอดนานกว่าธรรมดา

Sinuses ของศีร์ษะ มี ๔ แห่ง แต่ละแห่งมีทางติดต่อกับช่องจมูก sinus ของกระดูกหน้าผาก กับกระดูก ethmoid เปิดเข้าในช่องจมูกของกระดูก sphenoid เปิดเข้าสู่ nasopharynx และแต่ละข้างของ maxilla เปิดเข้าสู่ด้านข้างของช่องจมูก เยื่อบุช่องจมูกเลยไปบุ sinuses เหล่านี้ด้วย เพราะฉะนั้นการอักเสบของเยื่อบุจมูก จะลุกลามเข้า sinuses เหล่านี้อันใดอันหนึ่งก็ได้ ทำให้เกิดเป็น sinusitis Mastoid cells นั้น เราเรียกว่า sinus ด้วย ภายในบุด้วย mucous membrane เช่นเดียวกับที่บุพวก sinuses

เมื่อแรกคลอดกระโหลกศีร์ษะเป็นกระดูกที่ใหญ่กว่าชิ้นอื่น ๆ ในโครงกระดูก แต่

(รูปที่ ๓๕)

(แสดง sinuses ต่าง ๆ ของกระโหลกศีรษะ)

กระดูกสันหลังคอนคอ (cervical) ๗ ชิ้น

กระดูกสันหลังคอนอก (thoracic) ๑๒ ชิ้น

กระดูกสันหลังคอนเอว (Lumbar) ๕ ชิ้น

ถ้ามีอายุมากเข้ากระโหลกศีรษะจะบางและเบาลง การสังเกตลักษณะของกระโหลกศีรษะว่าเป็นของคนแก่ก็เพราะ แอ่งเล็ก ๆ ที่เคยเป็นที่อยู่ของฟันหายไป โดยถูกดูดซึมไป เมื่อฟันหลุดหมดแล้วจึงทำให้ขนาดขากรรไกรบนและล่างเล็กลงด้วย

กระดูก Hyoid รูปร่างคล้ายกับเกือกม้า ส่วนกลางเรียกว่า body มีปลายยื่นออกทั้งสองข้าง กระดูกนี้อยู่ใกล้ ๆ กับ styloid process ของกระดูกขมับ ถ้าคลำดูข้างบนลูกกระเดือกจะพบกระดูกนี้ช่วยพยุงลิ้นไว้ และให้กล้ามเนื้อบางมัดมาเกาะ

โครงกระดูกส่วนลำตัว (Trunk) ประกอบด้วยกระดูกสันหลัง (vertebrae) กระดูกหน้าอก (sternum) และกระดูกซี่โครง (ribs)

กระดูกสันหลังทั้งหมด (Vertebral column) ประกอบด้วยกระดูกสันหลังเป็นชิ้น ๆ ต่อ ๆ กัน ส่วนเฉลี่ยจากส่วนสูงของคนทั่ว ๆ ไป เฉพาะกระดูกสันหลังยาว ๗๑ เซนติเมตร (๒๗ นิ้ว) ในเด็ก ๆ กระดูกสันหลังมี ๓๓ ชิ้นคือ

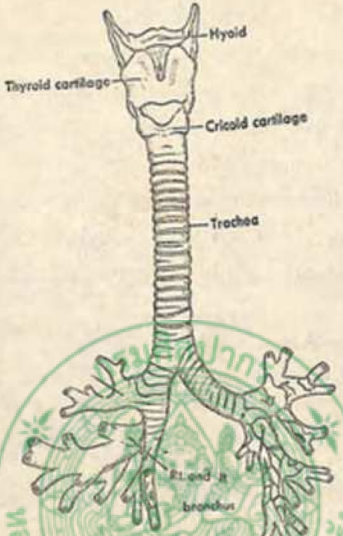
(รูปที่ ๓๖) (Toldt)

(กระดูก hyoid มองจากด้านบน)

กระดูกสันหลังตอนก้น (sacrum)	๕ ชิ้น
กระดูกก้นกบ (coccyx)	๔ ชิ้น

กระดูกสันหลังตอนคอ อก เอว เป็นกระดูกสันหลังแท้ เพราะแยกออกเป็นชิ้น ๆ ได้ และเคลื่อนไหวได้ ส่วนตอนก้นกบและตอนก้น เป็นกระดูกสันหลังไม่แท้ เพราะในระยะหนุ่มสาวกระดูกก้นทั้งห้าชิ้นจะเชื่อมติดกันเป็นชิ้นเดียว และกระดูกก้นกบก็จะรวมกันเป็นชิ้นเดียว โดยเหตุนี้กระดูกสันหลังในผู้ใหญ่จึงมีเพียง ๒๖ ชิ้นเท่านั้น

กระดูกสันหลังแต่ละชิ้น ต่างกันในรูปร่างและขนาด โดยทั่ว ๆ ไปโครงสร้างนั้นเหมือนกันหมด คือมี body และมีขากางออกไปทางด้านหลัง (ดูรูปที่ ๔๑) ขาที่ยื่นออกไปทางด้านหลังนั้นมีข้างละอัน ต่อกันเป็นโค้ง มีรูตรงกลางเรียก ช่องไขสันหลัง กระดูกสันหลังแต่ละชิ้นมีปุ่มยื่น ๗ อันมีรอยต่อของกระดูก (articular) ๔ แห่ง ๒ แห่งข้างบนสำหรับต่อกับกระดูกสันหลังอันบน และอีก ๒ แห่งข้างล่างเป็นรอยต่อของกระดูกชิ้นล่าง มี processes ๒ อันชี้ออกไปทางด้านข้าง ๆ เรียก transverse processes ซึ่งไปต่อกับ pedicle กับ lamina (ดูรูป ๔๑) และมี spinous process ๑ อัน ยื่นไปด้านหลังต่อปลาย lamina ทั้งสองข้าง



(รูปที่ ๓๗)

(*รูป* Larynx *กับ* trachea *ด้านหน้าแสดงให้เห็นว่าติดต่อกับ* byoid *ทางด้านบน*)

(รูปจาก C.V. Mosby Company)

กระดูกสันหลังตอนคอ ต่างจากตอนอื่น ๆ คือ

๑. ตอน bodies ของกระดูกสันหลังเหล่านี้แต่ละชิ้นเล็กกว่า bodies ของกระดูกสันหลังตอนหน้าอก

๒. ปุ่มยื่นที่ต่อออกไปเป็นส่วนโค้งรอบ ๆ รูไขสันหลังนั้น โตกว่าตอนหน้าอก

๓. spinous process จะสั้นและมักแยกออกเป็น ๒ แฉก

๔. transverse processes แต่ละข้างมี foramen อยู่ เรียกว่า foramen transversarium ซึ่งเป็นทางผ่านของเส้นประสาท เส้นโลหิตดำและแดงของสันหลัง

กระดูกสันหลังตอนคอ อันที่ ๑ กับอันที่ ๒ ต่างจากอันอื่นจนเห็นชัด อันแรกมีชื่อว่า Atlas อยู่ใต้กระดูกท้ายทอยลงมา รูปร่างคล้าย ๆ วงแหวน ประกอบด้วยโค้งด้านหน้า

กับโค้งด้านหลัง ด้านข้าง ๆ มีปุ่มนูนขึ้นมาเรียก lateral masses อยู่ทั้ง ๒ ข้าง และด้านบนมีรอยต่อกับกระดูกท้ายทอย เรียก superior articular ด้านล่างเรียก Inferrior articular พื้นทางด้านบนนี้เป็นแอ่งสำหรับสวมเข้ากับ condyle ของกระดูกท้ายทอย ทำให้เงยและก้มศีรษะได้ กระดูกรูปวงแหวนนี้แบ่งออกเป็น ๒ ตอนคือตอนหน้าและตอนหลัง โดยเอ็นที่ขึงตรงกลาง (transverse ligament ตอนหลังเป็นที่อยู่ของไขสันหลัง ส่วนตอนหน้าเป็นที่พื้นด้านหน้าของกระดูกสันหลังตอนคออันที่ ๒ ไปสวมอยู่ กระดูกสันหลังตอนคออันที่ ๒ ชื่อ Axis หรือ epistrophens ซึ่งมีปุ่มใหญ่จาก body ยื่นขึ้นไปข้างบนเรียกว่า Odontoid process ซึ่งเป็นคล้าย ๆ แกนที่สวมเข้าไปใน atlas ทำให้หมุนไปมาได้เมื่อต้องหันหน้าไปข้าง ๆ

ก. ข.

(รูปที่ ๓๘)

ก. แสดงส่วนโค้งของกระดูกสันหลังเป็นตอน ๆ ที่มองจากด้านข้าง ข.มองจากด้านหลัง)

กระดูกสันหลังตอนหน้าอก หรือตอนหลังมีลักษณะต่างจากอันอื่น คือ

๑. ตอน bodies ของกระดูกเหล่านี้จะใหญ่และแข็งแรงกว่า ของกระดูกตอนคอ

๒. มีรอยที่ประกบกับหัวของกระดูกซี่โครง (demifacet) และรอยประกบกับปุ่มของกระดูกซี่โครง (facet)

๓. Transverse processes จะยาวและหนักกว่ากระดูกสันหลังตอนคอ นอกจากอันที่ ๑๑ และ ๑๒

๔. Spinous processes จะยาว และปลายชี้ลงข้างล่าง

(รูปจาก Gray Anatomy)

(รูปที่ ๓๔ *กระดูกสันหลังตอนคออันที่ ๑ ที่ชื่อ* Atlas)

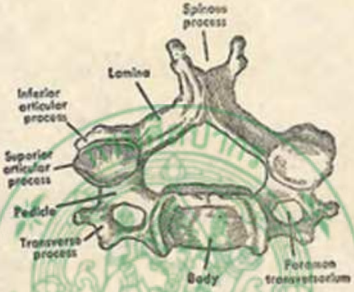
กระดูกสันหลังตอนบั้นเอวมีลักษณะดังนี้ คือ

๑. ส่วน bodies จะใหญ่ที่สุด และหนักที่สุดในบรรดากระดูกสันหลังทั้งหมด

๒. Processes จะสั้นหนา และหนักกว่าตอนอื่น

โครงสร้างของกระดูกสันหลัง มี bodies ซึ่งเรียงติดต่อกัน ช่วยในการโค้ง ก้มและแอ่นหลัง ช่วยพยุงศีรษะกับลำตัวและมีรอย สำหรับประกบกับกระดูกซี่โครง ส่วนโค้งที่อยู่ข้างหลัง bodies ก่อรูปกันขึ้นเป็นรูกลมใหญ่ เป็นที่ให้ไขสันหลังผ่าน และยังช่วยป้องกันการกระทบกระเทือนจากภายนอกด้วย ถ้ามองจากด้านข้างจะเห็นกระดูกสันหลังมีโค้งอยู่ ๔ ตอน ซึ่งนับทั้งโค้งเข้า และโค้งออก ตอนโค้งเข้ามี ๒ แห่งคือ ตอนที่อยู่ที่หน้าอกและอยู่ที่อุ้งเชิงกราน ซึ่งเรียกว่า Primary curves เพราะเกิดขึ้นตั้งแต่เด็กอยู่ในครรภ์ และเกิดตามธรรมชาติที่ร่างกายจัด

ขึ้น ที่โค้งออก มี ๒ แห่ง คือ ตอนคอ กับ ตอนบั้นเอว เรียก secondary หรือ pensatory curves เพราะเกิดขึ้นภายหลังคลอด โค้งตอนคอเริ่มเกิดขึ้นเมื่อเด็กหัดชันคอ (อายุประมาณ ๓ หรือ ๔ เดือน) และจะเป็นโค้งอย่างเต็มที่เมื่อเด็กเริ่มนั่ง (ประมาณ ๑๙ เดือน) ส่วนโค้งตอนบั้นเอวจะเกิดขึ้นเมื่อเด็กเริ่มเดิน (คือ ๑๒ ถึง ๑๘ เดือน)



(รูปที่ ๔๑)

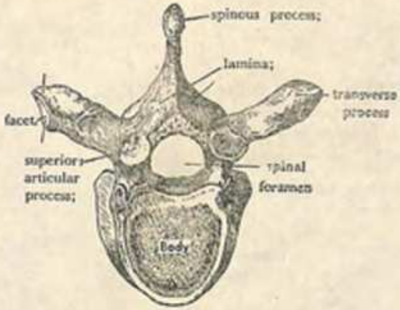
(กระดูกสันหลังตอนคออันที่ ๑ ซึ่งมองจากด้านบน)

ข้อต่อระหว่าง bodies ของกระดูกสันหลังเคลื่อนไหวได้บ้างเล็กน้อย bodies ทั้งหลายยึดติดต่อกันโดย

๑. มี disc หรือ แป้นของ fibrocartilage แทรกอยู่ระหว่างชิ้นหนึ่งกับชิ้นหนึ่งเรื่อย ๆ ไป

๒. ยึดกันโดยมี anterior longitadinal ligament ซึ่งวิ่งอยู่ทางด้านหน้าของ bodies จากกระดูกสันหลังตอนคออันที่ ๑ ถึงกระดูกก้น

๓. โดย posterior longitadinal ligament ซึ่งอยู่ภายในช่องไขสันหลัง และวิ่งอยู่ด้านหลังของ bodies จาก axis ถึงกระดูกสันหลังตอนก้น

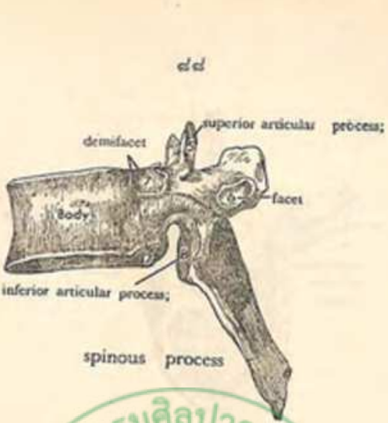


(รูปที่ ๔๒)

(กระดูกสันหลังตอนหน้าอกอันที่ ๖ มองจากด้านบน)

Lamina คือ ส่วนโค้งที่ยื่นออกข้าง ๆ ของ bodies เป็นด้านข้างของช่องไขสันหลังนั้น ยึดติดกันโดยมีแผ่นเยื่อซึ่งบาง ๆ เรียก ligamenta flava

ส่วน spinous processes นั้นยึดติดกันโดย supraspinal ligament ซึ่งตั้งต้นจากกระดูกสันหลังตอนคออันที่ ๗ ถึงกระดูกก้น ตอนที่ช่วยยึดกระดูกคออันที่ ๗ ขึ้นไปข้างบน เราเรียกว่า Ligamentum nuchae และไปยึดติดกับปุ่มต่างของกระดูกท้ายทอย (ดูรูปที่ ๔๓) ในสัตว์ชั้นต่ำ ligamentum nuchae ช่วยยกน้ำหนักของหัว แต่ในมนุษย์ช่วยให้ศีรษะอยู่ในท่าที่ถูกของมัน



กรมศิลปากร

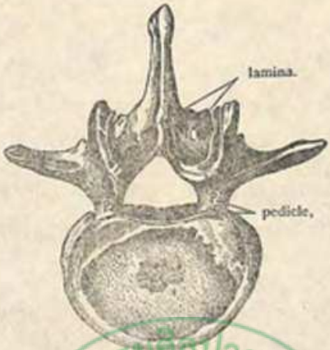
(รูปที่ ๙๓)

(กระดูกสันหลังตอนหน้าอกอันที่ ๖ มองจากด้านข้างซ้าย)

ระหว่าง spinous process แต่ละอัน มี interspinal ligament ซึ่งขึงจากโคนถึงปลาย process ไปต่อกับเยื่อขึง ligamenta flava ซึ่งอยู่ทางด้านหน้า และ supraspinal ligament ทางด้านหลังและที่เหลือก็มี transverse processes ก็ยึดติดกันโดย intertransverse ligament ซึ่งอยู่ระหว่างมันแต่ละชิ้น

การที่กระดูกสันหลังมีโค้งนั้นเพื่อให้มีกำลังในการทรงตัว และช่วยในการกันและยึดตัวด้วย นอกจากนี้ ligamenta flava และแผ่นของ fibrocartilage ที่รองรับตัวของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นนั้น ยังช่วยในการกันและแอ่นหลังให้มากขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้แผ่นเหล่านี้ยังช่วยไม่ให้กระดูกต่อกระดูกกระแทกกัน หรือมีอันตรายมากเมื่อมีการหกล้มหรือเกิดอุบัติเหตุ

กระดูกสันหลังเคลื่อนไหวไปข้างหน้า และข้างหลังได้มากกว่าไปทางข้าง ๆ ส่วนตอนคอและหน้าอกยังสามารถเอียวและหมุนไปข้าง ๆ ได้ด้วย



(รูปที่ ๔๔)

(*กระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๒ มองจากด้านบน แสดงให้เห็น* lamina กับ pedicle)

การทรงตัว (Posture) การทรงตัวที่ถูกนั้น กระดูกของตะโพกควรเป็นที่รับน้ำหนักของลำตัวทั้งหมด และถ้าลากเส้นตรงจากหูเส้นตรงนี้ควรผ่าน ไหล่ตะโพก และข้อเท้าตามลำดับ (ดูรูปที่ ๔๕) ในท่านี้หน้าอกจะเชิดศีรษะตั้งตรง กล้ามเนื้อหน้าท้องไม่ยื่นออกมา ท่านี้แสดงว่าร่างกายอยู่ในการทรงตัวที่ดี ทำให้หน้าที่การทำงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้รับผลดีด้วย

(รูปที่ ๔๐)

(*รูป* Axis *มองจากด้านขวา*)

ถ้าประดับอุบัติเหตุหรือเป็นโรคอย่างใดอย่างหนึ่งที่กระดูกสันหลัง หรือมีเหตุจำเป็นที่ทำให้ โค้งของกระดูกสันหลังโค้งงมากเกินกว่าธรรมดา เราเรียกว่า curvature ถ้าหลังโกงมาก คือ โค้งตอนหน้าอกไปทางข้างหลังมากเกินไป เรียกว่า kyphosis หรือ lumpback ถ้าตอนบั้นเอวผิดปกติเราเรียก lordosis หรือ hollow back ถ้าการโค้งผิดปกตินี้เกิดโค้งไปข้างใดข้างหนึ่งเรียก scoliosis ตามธรรมดามักเป็นทางขวา เพราะถึงแม้ในคนธรรมดา มักจะพบเสมอว่าตอนหน้าอกทางขวา มักโค้งไปข้างหน้ามากกว่าทางซ้ายนิดหน่อย

แต่ถ้าเด็กมีอาการที่ช่องไขสันหลังใหญ่ คือที่ lamina หรือส่วนประกอบด้านข้างของไขสันหลังไม่ติดกันสนิท จึงทำให้เหลือเป็นช่องใหญ่ได้ เรียกว่า spina bifida ทำให้เยื่อที่หุ้มไขสันหลังและไขสันหลังไหลออกมา ทำให้เกิดเป็นเนื้องอกอยู่ด้านหลังของเด็ก โดยมากมักจะเกิดในบริเวณบั้นเอวและก้นต่อกัน แต่อาจจะเกิดบริเวณหน้าอกและคอก็ได้

กระดูกก้น (sacrum) เป็นกระดูกชิ้นเดียวที่เกิดโดยกระดูกสันหลังตอนก้น ๕ ชิ้นมาต่อกัน เป็นกระดูกชิ้นใหญ่มีรูปสามเหลี่ยม คว่ำยอด อยู่บนกระดูกก้นกบ พื้นในโค้งออกนิดหน่อย เพื่อให้อุ้งเชิงกรานมีเนื้อที่พอ

กระดูกก้นกบ จะเห็นว่าเป็นกระดูกชิ้นเล็ก ๆ ต่อกัน ๔ ชิ้น และเป็นส่วนต่างที่สุดของกระดูกสันหลังทั้งหมด

(รูปที่ ๔๕)

(รูปโครงกระดูกของบุคคลที่มีการทรงตัวดี คือรูป ก. และ ข. ตรงกันข้าม)

ทรวงอกเป็นโครงกระดูก ประกอบด้วยกระดูกหน้าอก กระดูกอ่อนต่อระหว่างกระดูกหน้าอกกับกระดูกซี่โครง นอกจากนี้ยังมีกระดูกซี่โครง และ bodies ของกระดูกสันหลัง ทรวงอกทั้งหมดเป็นรูปกรวย ข้างหน้าและข้างหลังแบน ๆ ข้างบนแคบ และข้างล่างผายออก ด้านหน้าสั้นกว่าด้านหลัง ในทารกทรวงอกมีรูปร่างค่อนข้างกลมคือส่วนกว้างหมายถึงช่วงไหล่จะเท่ากับส่วนหนาคือตั้งแต่กระดูกหน้าอกถึงกระดูกสันหลัง แต่เมื่อโตขึ้นส่วนช่วงไหล่จะขยายได้มากกว่าส่วนหนา เพราะฉะนั้นจึงมีรูปร่างเป็นกรวยแบน ๆ ทรวงอกนี้ช่วยรับน้ำหนักของช่วงไหล่ ศีรษะและแขนนอกจากนี้ยังช่วยเป็นที่อยู่ของอวัยวะที่สำคัญ ๆ เช่น อวัยวะที่ช่วยในการหายใจ และอวัยวะที่ช่วยในการไหลเวียนของโลหิตอีกด้วย

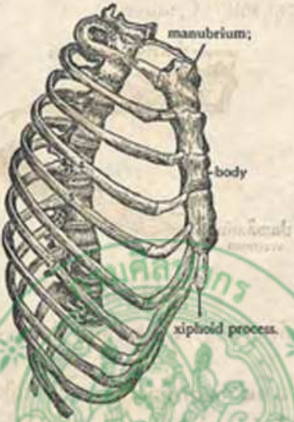
กระดูกหน้าอก (sternum หรือ breast bone) เป็นกระดูกแบน ๆ เล็ก ๆ ยาวประมาณ ๖ นิ้ว อยู่ตรงกลางด้านหน้าของทรวงอก แบ่งออกเป็น ๓ ตอน ตอนบนสุดเรียก manubrium ส่วนกลางและส่วนใหญ่ที่สุดเป็น body หรือ gladiolus ส่วนล่างสุดเป็น ensiform หรือ xiphoid process ด้านข้าง ๆ ของ manubrium และ body จะมีรอยเว้าเข้าไปเป็นแอ่งเล็ก ๆ สำหรับเป็นที่เกาะของกระดูกอ่อนของกระดูกซี่โครง ส่วนตรง xiphoid process ไม่มีกระดูกซี่โครงมาเกาะ แต่เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อหน้าท้องบางมัด

เมื่อแรกคลอด กระดูกหน้าอก มีหลายแห่งที่ยังไม่เป็นกระดูกแท้ ตรง body นั้นมีรอยต่อที่แสดงว่าเจริญมาจากกระดูกเล็ก ๆ ๔ อันต่อกัน รอยตรงกึ่งกลางของ body นั้นจะเริ่มต่อกันเมื่อเด็กเริ่มเข้าอายุเป็นหนุ่มสาว และจะต่อกันสนิทเมื่ออายุ ๒๕ ปี บางทีอาจจะ ๓๐ ปี และที่พบบ่อย ๆ xiphoid process จะต่อกับ body ภายหลังที่มีอายุ ๔๐ ปี เมื่ออายุแก่เข้า manubrium อาจจะมี tissue ของกระดูกมาเชื่อมให้สนิทเป็นชิ้นเดียวกันได้ การออกกำลังกาย และการทำงาน พร้อมกับการได้รับอาหารให้ถูกต้องกับหลักสุขอนามัย จะเป็นผลช่วยให้กระดูกหน้าอก และช่องอก มีรูปทรงที่สวยงามและน่าดูได้

กระดูกซี่โครง (Ribs หรือ costae) มี ๒๔ ซี่ แต่ละข้างของช่องอกมี ๑๒ ซี่ ตอนส่วนโค้งหรือตรงกลางของกระดูกแต่ละซี่เป็น body หรือ shaft ปลายด้านหน้าเป็น sternal หรือ anterior ปลายหลังเรียก posterior หรือ vertebral แต่ละซี่นั้นยึดติดกับกระดูกสันหลังตอนหน้าอก โดยปุ่มและหัวของกระดูกซี่โครงด้านหลัง ประกบกับรอยประกบ (facet) บน body ของกระดูกสันหลัง (ซึ่งรอยประกบนี้บางทีมีข้างละรอย บน body ของกระดูกสันหลัง ๑ อัน เช่น อันที่ ๑ ๑๐ ๑๑ ๑๒ บางทีรอยประกบอยู่กึ่งกลางระหว่างกระดูกสันหลัง ๒ ชิ้นต่อกันก็มี) บางอันก็ไปเกาะกับ Transverse processes ตรงที่กระดูกเหล่านั้นยึดกัน หุ้มด้วย ligament ที่แข็งแรง แต่กระดูกเหล่านี้ก็สามารถเคลื่อนไหวได้บ้างเล็กน้อย

ทางปลายด้านหน้าของกระดูกซี่โครง ๗ คู่แรก ยึดติดกับกระดูกหน้าอก (โดยติดกับ costal cartilage ก่อน) เพราะฉะนั้นจึงเรียกว่ากระดูกซี่โครงแท้ ที่เหลือ ๕ คู่ เรียกกระดูกซี่โครงไม่แท้ เพราะยึดติดกับด้านหน้าของกระดูกอ่อนซี่โครง (ก็มีคู่ที่ ๘ ๙ ๑๐) ของซี่ข้างบนถัด ๆ กันไป และ ๒ คู่ข้างล่างที่เหลือ เรียกว่ากระดูกซี่โครงลอยเพราะไม่ยึด

ติดกับอะไรเลย หรือบางทีเรียก vertebral rib เพราะยึดติดกับกระดูกสันหลัง ทางด้านหลังอย่างเดียว



(รูปที่ ๔๖)

(กระดูกทรวงอกมองจากด้านขวา)

กระดูกซี่โครงทุก ๆ ซี่โค้งออกข้างนอก ทำให้ช่องด้านข้างของทรวงอกมีรูปกลม และทำให้ช่องอกมีเนื้อที่กว้าง จากตรงที่มันเกาะกระดูกสันหลัง แล้วต่อไปจะโค้งหย่อนลงข้างล่าง ทำให้ตอนที่มันเกาะกับกระดูกหน้าอกอยู่ในระดับต่ำกว่าข้างหลัง ขอบล่างของซี่โครงทุก ๆ ซี่มีร่องสำหรับเส้นประสาท และเส้นโลหิตที่มาเลี้ยงบริเวณ ระหว่างซี่โครง (intercostal nerve) และบริเวณระหว่างกระดูกซี่โครงเรียกว่า intercostal spaces

ส่วนแขนเรียกว่า upper extremities มีกระดูกอยู่ ๖๔ ชิ้น แบ่งออกเป็น

ช่วงไหล่		กระดูกไหปลาร้า (clavicle)	๒ ชิ้น
		กระดูกสะบัก (scapula)	๒ ชิ้น
กระดูกช่วงแขน	มี	กระดูกต้นแขน (humerus)	๒ ชิ้น
		กระดูกข้อศอก (ulna)	๒ ชิ้น
		กระดูกปลายแขนอันเล็ก (radius)	๒ ชิ้น

กระดูกข้อมือ (carpus)	๑๖	ชิ้น
กระดูกฝ่ามือ (metacarpus)	๑๐	ชิ้น
กระดูกข้อมือ (phalanges)	๒๘	ชิ้น

(รูปที่ ๔๗)

(กระดูกซี่โครงอันกลาง ๆ ของด้านขวามองจากด้านหลัง)

กรมศิลปากร

กระดูกไหปลาร้า ๒ ชิ้น กับกระดูกสะบัก ๒ ชิ้น เป็นส่วนสำคัญของช่วงไหล่ทั้งสองข้าง กระดูกไหปลาร้าติดกับกระดูกหน้าอกทางด้านหน้า ส่วนทางด้านหลังกระดูกสะบักติดกับกล้ามเนื้อของลำตัวเท่านั้น ช่วงไหล่นี้ช่วยยึดกระดูกแขนให้ติดต่อกับกระดูกลำตัว

(รูปที่ ๔๘)

(กระดูกไหปลาร้าอันทางขวามองจากด้านบน)

กระดูกไหปลาร้า (clavicle) เป็นกระดูกยาว ๆ ซึ่งมีโค้ง ๒ แห่ง ซึ่งวางตามขวางของลำตัว อยู่ส่วนบนและทางด้านหน้าของทรวงอก หรือตรงกับข้างบนของกระดูกซี่โครงซี่ที่หนึ่ง ทีเดียว ปลายทางด้านในติดกับกระดูกหน้าอก ปลายทางด้านนอกหรือ acromial

end ติดกับกระดูกสะบัก ในผู้หญิงกระดูกไหปลาร้าเกือบจะตรงเหยียด พื้นกระดูก เรียบ ตื้น และเล็กกว่าของผู้ชาย

(รูปที่ ๔๘)

(กระดูกสบักอันขวามองจากด้านหลัง)

กระดูกสะบัก (scapula) เป็นกระดูกรูปสามเหลี่ยมใหญ่ และ แบน อยู่ด้านหลัง ระหว่างกระดูกซี่โครง ซี่ที่ ๒ ซี่ที่ ๗ พื้นทางด้านหลังไม่เรียบ มีแนวนูน หรือสันของกระดูกสะบัก ปลายสันนั้นมีปุ่มใหญ่ รูปสามเหลี่ยม ยื่นออกไปทางด้านข้างเรียก acromion process ซึ่งไปเกาะกับกระดูกไหปลาร้า ใต้ acromion process ตรงหัวของกระดูกสะบัก มีแอ่งตื้น ๆ ลงไปเรียกว่า glenoid process ซึ่งเป็นที่อยู่ของหัวกระดูกต้นแขน ข้างบนของ glenoid cavity มีปุ่มแหลมยื่นขึ้นไปเรียก coracoid process

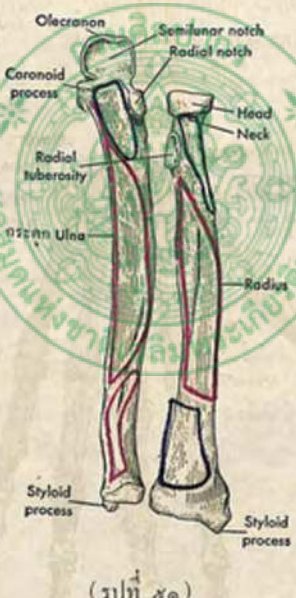
กระดูกต้นแขน (humerus) เป็นกระดูกยาวที่สุด และใหญ่ที่สุดของช่วงแขน ปลายส่วนบนเป็นหัวกระดูก กลมใหญ่ ถัดลงมาข้างล่างนั้นคอดนิดหน่อย เรียก neck (คอ) ซึ่งต่อระหว่างหัวกระดูกกับท่อนกลางของกระดูก (shaft) ตรงบริเวณปลายของกระดูกที่ถัดจากคอของกระดูกนี้มีร่องเล็ก ๆ อยู่กึ่งกลางของท่อนกระดูก เรียก intertubercular

(รูปที่ ๕๐)

(กระดูกต้นแขนข้างขวามองจากด้านหน้า สีแดงเป็น origin ของกล้ามเนื้อ สีน้ำเงินเป็น insertion)

groove แต่ละด้านของร่องนี้มีปุ่มยื่นออกมาสองอัน อันใหญ่เรียก greater tubercles อันเล็กเรียก lesser tubercle คอกระดูกข้างบน tubercles นี้เรียก anatomical neck และใต้ลงไปมีคอคอดคล้ายคอนบนอีกเรียก surgical neck เพราะตอนนี้มักจะหักได้ง่าย ในรายที่มีอุบัติเหตุ ปุ่มหัวกระดูกนี้ไปสวมอยู่ใน glenoid cavity ของกระดูกสะบัก ปลายล่างของกระดูกนี้แบนออกและมีปุ่มยื่นออกไปทางด้านหลัง ปุ่มที่ยื่นออกไปทางด้านนอกของลำตัว เรียก capitulum ซึ่งเป็นปุ่มค่อนข้างกลม ไปเกาะกับกระดูกปลายแขน โดยไปสวมเข้ากับแอ่งของกระดูก radius ถัด capitulum เข้าไปทางด้านในเป็น trochlea ซึ่งเป็นที่ไปเกาะกับหัวกระดูก ulna ข้างบนบริเวณที่กล่าวถึงนี้มีปุ่มยื่นออกมา ๒ ข้าง ข้างที่อยู่ชิดกับลำตัวเรียก medial epicondyle ข้างที่อยู่ออกไปทางด้านนอกของลำตัวเรียก Lateral epicondyle

กระดูกข้อศอก (ulna) เป็นกระดูกใหญ่ของกระดูกปลายแขน อยู่ด้านในของกระดูก radius ปลายทางด้านบนมีปุ่มนูนออกมา ๒ แห่ง และมีแอ่งบุ๋มลงไป ๒ แห่งด้วย ปุ่มอันใหญ่นั้นเป็นข้อศอก เรียก olecranon process ปุ่มเล็กเรียก coronoid process ระหว่างปุ่มทั้งสองนี้ มีรอยบุ๋มลงไปอันหนึ่งเรียก semilunar notch ซึ่งเป็นแอ่งสำหรับเป็นที่อยู่ของ trochlea ของกระดูกต้นแขน ทางด้านนอกของ coronoid มีรอยบุ๋มเล็ก ๆ อีกอันหนึ่ง สำหรับปุ่มของกระดูก radius ปลายล่างของกระดูก ข้อศอกเล็กและมีปุ่มยื่น ๒ อัน ปุ่มใหญ่สำหรับต่อกับแผ่นกลม ๆ ของ fibrocartilage ซึ่งกั้นระหว่างกระดูกนี้กับกระดูกข้อมือ ปุ่มเล็กเป็น styloid process เพื่อเป็นที่เกาะของ ligament ของข้อมือ

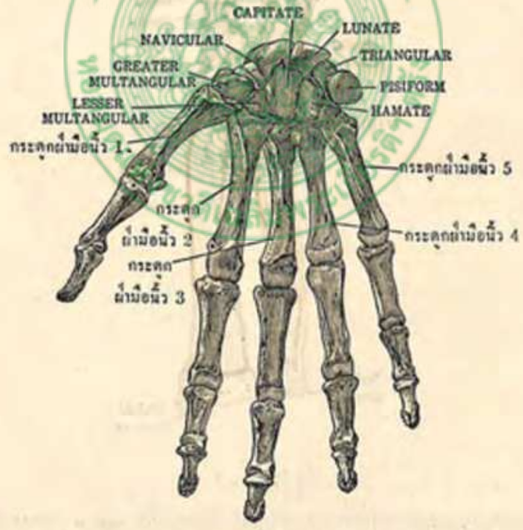


หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๕๑)

(ภาพด้านหน้าของกระดูกปลายแขนข้างซ้าย สีแดงเป็น origin *ของกล้ามเนื้อ สีน้ำเงินเป็น* Insertion)

กระดูกปลายแขนอันเล็ก (อยู่ทางด้านหัวแม่มือ) เรียก radius กระดูกนี้อยู่ทางด้านนอกของกระดูกข้อศอกเล็กกว่า และสั้นกว่ากระดูกข้อศอก ปลายข้างบนมีปุ่มหัว คอคอด และปุ่มกลมใหญ่ ปุ่มหัวนั้นเป็นปุ่มกลม ปลายมีบ่อใหญ่ตื้น ๆ คล้ายรูปถ้วย เพื่อเป็นที่วาง capitulum ของกระดูกต้นแขน รอบ ๆ ปุ่มหัวกระดูกนี้เป็นต้น ตรงนี้เข้าไปหมุนอยู่ใน radial notch ของกระดูก ulna ใต้จากปุ่มหัวลงมาเป็นคอคอด ใต้คอคอดนี้ ทางด้านติดกับลำตัว มีปุ่มอันหนึ่งเรียก radial tuberosity ตรงนี้เป็นที่เกาะของเอ็นของกล้ามเนื้อแขนที่ชื่อ biceps brachii ปลายล่างมีรอยต่อของกระดูก ๒ แห่ง อันข้างล่างสุดเป็นรอยต่อของกระดูกนี้กับกระดูกข้อมือ อันบนทางด้านหัวแม่มือกับนิ้วก้อย (navicular กับ lunate ตามลำดับ) และอีกแห่งหนึ่งอยู่ทางด้านติดกับลำตัวเรียก ulna notch เป็นที่เกาะกับกระดูกข้อศอก กระดูก radius นี้มักหักทางปลายล่าง ซึ่งเรียกว่า Colles' fractrea (มาจากชื่อ Abraham Colles ซึ่งเป็นศัลยแพทย์ชาวไอริช ปี ๑๗๗๓—๑๘๔๓)



(รูปที่ ๕๒)
(กระดูกมือขวามองจากด้านฝ่ามือ)

กระดูกข้อมือ (carpus) ประกอบด้วยกระดูกชิ้นเล็ก ๆ ๘ ชิ้น มักเรียงอยู่ชิดกันเป็น ๒ แถว ซึ่งติดต่อกันโดย ligaments ซึ่งช่วยทำให้มันเคลื่อนไหวได้

กระดูกฝ่ามือ (metacarpus) แต่ละข้างประกอบด้วยกระดูก ๕ ชิ้น กระดูกแต่ละชิ้นโค้งออกไปทางหลังมือนิดหน่อย กระดูกนี้แต่ละชิ้นเกาะกับฐานของกระดูกข้อมือแถวที่ ๒ และหัวของกระดูกก็จะไปเกาะกับปลายของกระดูกนิ้วมือแถวที่ ๑

กระดูกนิ้วมือ phalanges มีข้างละ ๑๔ ชิ้น นิ้วหัวแม่มือมี ๒ ชิ้น นอกนั้นมี ๓ ชิ้น แถวแรกต่อกับกระดูกฝ่ามือและกระดูกข้อมือแถว ๒ และกระดูกข้อมือแถวที่ ๒ ก็อยู่ระหว่างกระดูกข้อมือแถวที่ ๑ กับแถวที่ ๓

กระดูกของขา (lower extremities) มี ๖๒ ชิ้น คือ

กระดูกตะโพก (hip bone)	๒	ชิ้น
กระดูกต้นขา (femur)	๒	ชิ้น
กระดูกสะบ้า (patella)	๒	ชิ้น
กระดูกหน้าแข้ง (อันใหญ่) (tibia)	๒	ชิ้น
กระดูกหน้าแข้งอันเล็ก บางทีเรียกกระดูกน่อง (fibula)	๒	ชิ้น
กระดูกข้อเท้า (tarsus)	๑๔	ชิ้น
กระดูกฝ่าเท้า (metatarsus)	๑๐	ชิ้น
กระดูกนิ้วเท้า (phalanges)	๒๘	ชิ้น

กรมศิลปากร ... หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ...

(รูปที่ ๕๓)

(*กระดูกตะโพกแสดงรอยต่อของ* กระดูก ilium, ischium และ pubis *ใน* acetabulum)

กระดูกตะโพก ๒ ชิ้น มาต่อกันทางด้านหน้า ทำให้บริเวณนั้นเป็นอุ้งเชิงกราน ข้างหลังมีกระดูกก้น และกระดูกก้นกบ อุ้งเชิงกรานนี้อยู่ระหว่างกระดูกขากับกระดูกลำตัว

กระดูกขานี้มองหยาบ ๆ คล้ายกับกระดูกแขน แต่หน้าที่ของมันต่างกันมาก คือ กระดูกขาช่วยพยุงร่างกายไว้ ถ้าเรานั่งหรือยืน เพราะฉะนั้นจึงประกอบขึ้นด้วยกระดูกที่แข็งแรง และแต่ละส่วนของมันเคลื่อนไหวได้น้อยกว่าแขนมาก

กระดูกตะโพก (hip bone หรือ innominatum) เป็นกระดูกใหญ่รูปร่างแปลก ๆ มีอยู่สองชิ้น ถอปกันขึ้นเป็นด้านหน้า และเป็นผนังด้านข้างของอุ้งเชิงกราน ในเด็ก ๆ จะเห็นว่ากระดูกนี้เป็นกระดูก ๓ ชิ้นต่อกัน แต่ในคนรุ่นหนุ่มสาวกระดูกนี้เป็นชิ้นเดียวกัน กระดูกทั้งสามส่วนนั้นคือ ส่วนใหญ่ที่แบนผายออกเป็นส่วนโค้งของตะโพกนั้นคือ ilium ใต้ส่วนนี้ลงเป็นส่วนหนาและแข็งแรง เรียก ischium และกระดูก pubis (หัวเหน่า) เป็นด้านหน้าของอุ้งเชิงกราน รอยต่อของกระดูกทั้งสามนี้อยู่ใน acetabulum หรือแอ่งกลมใหญ่ ที่สำหรับให้หัวของกระดูกต้นขามาสวมเข้า นอกจากนี้กระดูกตะโพกยังมีปุ่มหรือส่วนที่สำคัญ เช่น

(๑) มีปุ่มยื่นออกมาจากสันของกระดูก ilium ทางด้านหน้าอันข้างบนเรียก anterior superior iliac spine และปุ่มอันล่างถัดลงไป คือ anterior inferior iliac spine

ปุ่มทั้งสองแห่งนี้มีประโยชน์ในการวัดหาส่วนกว้างของอุ้งเชิงกราน และวัดในทางศัลย์

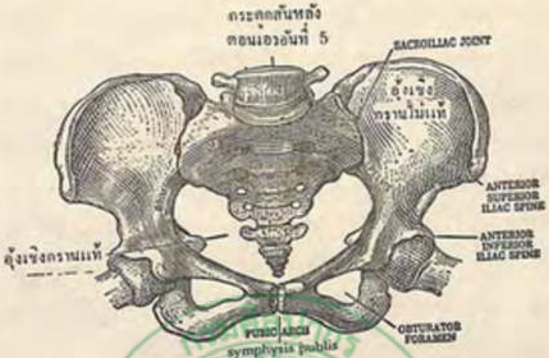
(๒) Foramen ใหญ่ที่สุดที่อยู่ระหว่างกระดูก ischium กับกระดูกหัวเหน่าเรียก obturator foramen

(๓) ตรงที่กระดูกหัวเหน่า ๒ ชิ้นมาต่อกันข้างหน้าเรียก symphysis pubis ตรงนี้ใช้สำหรับวัดส่วนหนาของอุ้งเชิงกรานด้วย

อุ้งเชิงกราน (pelvis) มีรูปคล้าย ๆ อ่างใหญ่ แข็งแรงและแน่นหนา ประกอบด้วยกระดูก ๔ ชิ้น กระดูกตะโพก ๒ ชิ้น เป็นด้านข้าง และด้านหน้า กระดูกก้นกบ กับกระดูกก้น ปิดทางด้านหลัง มี brim of pelvis เป็นขอบหรือสัน ที่แบ่งอุ้งเชิงกรานออกเป็นสองส่วน คือส่วนใหญ่หรืออุ้งเชิงกรานไม่แท้ กับส่วนเล็กหรืออุ้งเชิงกรานแท้

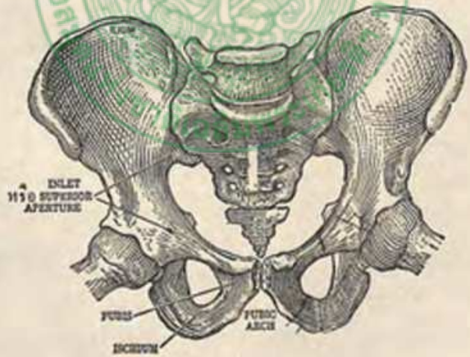
อุ้งเชิงกรานใหญ่ หรือไม่แท้อยู่ข้างบนขอบหรือสันที่อยู่กึ่งกลางของอุ้งเชิงกรานทั้งสองมีกระดูก ilium ๒ ชิ้นเป็นด้านข้าง ๆ ส่วนด้านหน้านั้นเป็นผนังหน้าท้อง ใต้ส่วนนี้ลงไปเป็นอุ้งเชิงกรานแท้ ซึ่งมีกระดูก pubes และ ischium เป็นด้านหน้าและด้านข้าง ผนังด้านหลังมีกระดูกก้นและกระดูกก้นกบ ภายในมีช่องเชิงกราน มีทางเข้า (inlet) ทางเข้าตรง brim of pelvis นี้เรียก superior aperture มีทางออก (outlet) หรือบริเวณจากปลายของกระดูกก้นกบ กับปุ่มนั่งทั้งสองของกระดูก ischium เรียก inferior a perture ช่องเชิงกรานของเชิงกรานเด็กนี้ โบ่งออกทางด้านหลังนิดหน่อย ภายในช่องเชิงกรานนี้ในรุ่นหนุ่มสาวมี sigmoid colon (ลำไส้ใหญ่ส่วนสุดท้าย) ทวารหนักกระเพาะปัสสาวะ และอวัยวะสืบพันธุ์ ข้างหลังของ symphysis pubis นั้นมีกระเพาะปัสสาวะ ส่วนทวารหนักนั้นอยู่ติดด้านหน้าของกระดูกก้นกับกระดูกก้นกบ ในผู้หญิงมดลูก รังไข่ ท่อรังไข่ และช่องคลอด อยู่ระหว่างกระเพาะปัสสาวะและทวารหนัก

อุ้งเชิงกรานในผู้หญิงต่างกับของผู้ชาย ธรรมชาติสร้างของผู้หญิงไว้ให้เหมาะสมในเวลาตั้งครรภ์ และในการคลอด เพราะฉะนั้นจึงตื้น ผาย และใหญ่กว่าของผู้ชาย ทางเข้าและทางออกของอุ้งเชิงกรานก็ใหญ่กว่าและมีรูปเกือบ ๆ จะเป็นรูปไข่ ทั้งกระดูกเบากว่าและผิวเรียบกว่า และกระดูกก้นกบเคลื่อนไหวได้มากกว่าด้วย มุมที่เกิดจากกระดูกหัวเหน่ามาต่อกันนั้นก็กว้างกว่ามุมฉาก ส่วนของผู้ชายแคบกว่ามุมฉาก



(รูปที่ ๕๔)

(อุ้งเชิงกรานของผู้หญิงมองทางด้านหน้า)



(รูปที่ ๕๕)

(กระดูกเชิงกรานของผู้ชายมองทางด้านหน้า)

กระดูกต้นขา (femur) เป็นกระดูกยาวที่สุดของร่างกาย ปลายบนมีปุ่มกลมใหญ่ เรียก head และถัดลงมาข้างล่างเป็นคอคอด เรียก neck ถัดจากคอคอดลงมามีปุ่มใหญ่ทู่ๆ

๒ อัน เรียก greater trochanter กับ lesser trochanter head เข้าไปสวมในแอ่งของ acetabulum ของกระดูกตะโพก ปลายล่างของกระดูกต้นขาใหญ่กว่าปลายบน และมีปุ่มใหญ่ ๆ อยู่สองปุ่มเรียก lateral และ medial condyle และระหว่างปุ่มทั้งสองนี้จะมีแอ่งเว้าลงไปเรียก intercondyloid fossae ปลายล่างของกระดูกต้นขานี้ต่อกับกระดูกหน้าแข้งและกระดูกสะบ้า กระดูกนี้จะเบนเข้าไปหากันนิดหน่อย เพื่อให้มีความถ่วงพอดีในการทรงตัว องศาแห่งการเบนของกระดูกนี้ในผู้หญิงจะเบนเข้าข้างในมากกว่าของผู้ชาย

กระดูกสะบ้า patella เป็นกระดูกรูปสามเหลี่ยมเล็ก และแบน ฝังอยู่ในเอ็นของกล้ามเนื้อที่ชื่อ quadricep femoris อยู่ข้างหน้าข้อเข่า และปลายล่างของกระดูกต้นขา และอยู่ข้างในถุงของน้ำไขข้ออีกที

กระดูกหน้าแข้ง tibia อยู่ด้านหน้าและข้างในของขาส่วนล่าง ปลายบนใหญ่และผายออก มีปุ่มด้านใน และด้านนอกชื่อ medial กับ lateral condyle ระหว่างปุ่มทั้งสองนี้มีปุ่มเล็ก ๆ แหลม ๆ ของกระดูกยื่นขึ้นเรียก intercondyloid eminence ปลายด้านบนของกระดูกนี้ เป็นบ่อตื้น ๆ เพื่อเป็นที่วางปุ่มล่างของกระดูกต้นขา ปลายล่างเล็กกว่าปลายบน ด้านชิดกับลำตัวยื่นแหลมลงไปเรียก medial melleolus ซึ่งเป็นตาตุ่มอันในของข้อเท้า ส่วนอื่นไปเกาะกับกระดูกข้อเท้าที่ชื่อ talus ซึ่งทำให้เป็นข้อต่อตรงข้อเท้านั้น ปลายล่างของกระดูกหน้าแข้งนี้มีรอยต่อกับกระดูกน่อง fibula เหมือนกัน ในผู้ชายกระดูกหน้าแข้งมักจะเหยียดตรงและขนานกับกระดูกน่อง แต่ในผู้หญิงจะลงเฉียงไปทางด้านข้าง ๆ นิดหน่อย เพราะกระดูกต้นขาของผู้หญิงก็เบนเข้าข้างในอยู่แล้ว

กระดูกน่อง fibula อยู่ข้าง ๆ ขนานกับกระดูกหน้าแข้ง แต่เล็กกว่าเป็นกระดูกยาวที่แบนบางที่สุดในร่างกาย ปลายบนมีรูปคล้าย ๆ สามเหลี่ยมด้านไม่เท่า เพื่อไปประกบกับกระดูกหน้าแข้ง แต่ไม่ยาวจนถึงข้อต่อของหัวเข่า ปลายล่างยาวยื่นลงไปเรียก lateral melleolus ซึ่งไปนอกมาเป็นตาตุ่มด้านนอก ปลายล่างนี้ติดต่อกับกระดูกหน้าแข้งและกระดูกข้อเท้า (talus) ด้วย

กระดูกข้อเท้า (tarsus) มีข้างละ ๗ ชิ้นคือ calcaneus, talus, cuboid, navicular และ cuneiform อันที่ ๒ และ ๓ ต่างจากกระดูกข้อมือคือ แต่ละชิ้นใหญ่ และรูปร่างแปลกออกไป กระดูกข้อเท้าที่ใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดเรียก Calcaneus, หรือกระดูกส้นเท้า

กระดูกนี้ช่วยรับน้ำหนักของร่างกายในเวลายืน และช่วยให้ปลายเท้ามีกำลังในเวลาเดินหรือยกขา

(รูปที่ ๕๖)

(กระดูกต้นขาข้างขวามองทางด้านหลัง)

(รูปที่ ๕๗)

(กระดูกสะบ้าอันขวามองจากด้านหน้า)

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsus) คล้ายกระดูกฝ่ามือ กระดูกนี้แต่ละชิ้นมีปลายข้างหนึ่งติดต่อกับกระดูกข้อเท้า และอีกข้างหนึ่งต่อกับกระดูกนิ้วเท้าแถวที่ ๑ กระดูกนิ้วเท้า และกระดูกฝ่าเท้า เรียงกันโค้งทำให้หลังเท้านูน จากกระดูกส้นเท้าถึงปลายนิ้วเท้าโค้งขึ้นข้างบน เรียก longitudinal arch และโค้งตามขวาเท้า คือกระดูกฝ่าเท้าเองก็โค้งนูนขึ้นทางด้านหลังเท้า เรียกโค้งนี้ว่า Transverse arch

(รูปที่ ๕๘)

(กระดูกขาส่วนล่าง มองทางด้านหน้า)

arch อาจจะไม่มี ทำให้ฝ่าเท้าแบนราบลงไป เรียก flat foot ซึ่งอาจจะเป็นมาตั้งแต่เด็กอยู่ในครรภ์ หรือเนื่องจากขาดอาหารหรือ hormone หรือเป็นเพราะการทรงตัวไม่ดี หรืออาจจะเป็นเพราะ สวมรองเท้าที่ไม่พอดีกับเท้าก็ได้

กระดูกนิ้วเท้า (Phalanges) กระดูกนี้มีจำนวนเท่า ๆ กับกระดูกนิ้วมือ และมี ๒ ชิ้น ในนิ้วหัวแม่เท้า ๓ ชิ้น ในนิ้วอื่น ๆ เหมือนกับนิ้วมือ

(รูปที่ ๕๙)

(กระดูกเท้าทั้งหมด มองจากด้านบน)

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

สรุป

กระดูก แบ่งออกเป็น ๔ ชนิด ตามรูปร่าง

๑. กระดูกยาว long bone

๒. กระดูกสั้น short bone

๓. กระดูกแบน flat bone

๔. กระดูกรูปอื่นที่ไม่บ่งไว้ในนี้ irregular bong

หน้าที่ของกระดูก

(๑) ช่วยพะยุงอวัยวะต่าง ๆ

(๒) ช่วยในการเคลื่อนไหว

(๓) เป็นโครงร่างของร่างกาย

(๔) เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อและ ligament ต่าง ๆ

(๕) ช่วยควบคุมความกดดันภายในร่างกาย

(๖) ให้ร่างกายมีรูปทรงที่งดงาม

กระดูกศีรษะแบ่งออกเป็น

ส่วนที่ห่อหุ้มมันสมองไว้ ๘ ชิ้น (cranium)		ส่วนหน้า ๑๔ ชิ้น	
กระดูกท้ายทอย occipital	๑ ชิ้น	กระดูกจมูก nasal	๒ ชิ้น
กระดูก parietals	๒ ชิ้น	กระดูก vomer	๑ ชิ้น
กระดูกหน้าผาก frontal	๑ ชิ้น	Inferior nasal concha	๒ ชิ้น
กระดูกขมับ temporal	๒ ชิ้น	กระดูก lacrimal	๒ ชิ้น
กระดูก sphenoid	๑ ชิ้น	กระดูกแก้ม zygomatic	๒ ชิ้น
กระดูก ethmoid	๑ ชิ้น	เพดาน palatine	๒ ชิ้น
		ขากรรไกรบน maxilla	๒ ชิ้น
		ขากรรไกรล่าง mandible	๑ ชิ้น

ขม่อม (fontanels) มี ๖ แห่งคือ

(๑) Anterior fontanel ๑ อยู่ทางด้านหน้า

(๒) Posterior fontanel ๑ อยู่ด้านท้ายทอย

(๓) Anterolateral ๒ อยู่ทางด้านหน้า และทางข้าง

(๔) Posterolateral ๒ อยู่ทางข้าง และด้านหลัง

โพรงอากาศที่เปิดเข้าสู่ช่องจมูกมี sinuses ของกระดูก

Frontae sinuses

Ethmoidal sinus

Sphenoidal sinus

Maxillary sinus

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

เปรียบเทียบเชิงกรานของผู้หญิงกับผู้ชาย

	หญิง	ชาย
กระดูก	เล็กกว่า	หนักกว่า และผิวหยาบกว่า
กระดูกก้น	แผ่นใหญ่กว่าและค่อนข้างตรง	แคบ และปลายงุ้มมาก
Symphysis		
	ตื้น	ลึกกว่า
เชิงกรานใหญ่	แคบ	กว้าง
เชิงกรานเล็ก	ตื้น และกว้าง จุได้มากกว่า	ลึกและแคบ จุได้น้อยกว่า
ระหว่างกระดูกก้นมาถึง—		
—ปุ่มใหญ่ของกระดูก—		
—Ischium ที่ใช้นั่ง	กว้าง	แคบ
ทางเข้าอุ้งเชิงกรานแท้	มีรูปไข่	มีรูปหัวใจ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

บทที่ ๖

วิทยาที่ว่าด้วยข้อ (Arthrology) และข้อต่อ หรือ Articulation

โครงกระดูกของร่างกายมาประกบกัน และต่อกันเป็นข้อต่อ มีจำนวนมากมายหลายแห่ง ตรงบริเวณที่มันมาต่อกันนั้น บางทีมีเยื่อบาง ๆ มากั้นอยู่ บางทีมี connective tissus หรือ Fibrocartilage ในข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มากมักไม่มี แต่จะมี ligament ที่แข็งแรงพาดข้ามข้อต่อนั้น โดยช่วยยึดระหว่างกระดูกกับกระดูก หรือบางที่ช่วยหุ้มข้างนอกข้อต่อ นอกจากนี้เอ็นของกล้ามเนื้อมักพาดข้ามข้อต่อเหล่านั้นด้วย

ข้อต่อแบ่งออกเป็นหลายชนิด แล้วแต่ว่าเคลื่อนไหวได้มากหรือน้อย เช่น

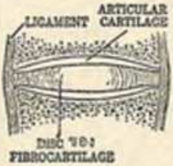
(๑) ข้อต่อของกระดูกที่เคลื่อนไหวไม่ได้เลย เรียก Synarthroses

(๒) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้นิดหน่อย หรือ Amphiarthroses

(๓) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก หรือ Diathroses

ข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้เลยนั้น ตอนที่กระดูกต่อกระดูกมาต่อกันมักจะมี fibrous tissue หรือกระดูกอ่อนแทรกอยู่ พวกนี้เช่น รอยต่อของกระดูกกะโหลกศีร์ษะ ที่เรียกว่า suture พวกนี้มี fibrous tissue บาง ๆ ขั้นอยู่ เช่นรอยต่อของกระดูกหน้าผาก กับกระดูก parietal ๒ ชิ้น เรียก Coronal suture รอยต่อของกระดูก parietal กับกระดูกท้ายทอย เรียก Lamboidal suture และรอยต่อของกระดูก parietals ทั้งสองเรียก sagital suture

ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้นิดหน่อยมี ๒ ชนิด คือ (๑) Symphysis หมายความถึงตรงข้อต่อของกระดูกมักจะมีแป้นของ fibrocartilage ขั้นกลาง เช่นตรงรอยต่อของ bodies ของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น ที่เรียก intervertebral disc ซึ่งมันสามารถหดและยืดตัว ช่วยในการก้มหลัง เงยหลัง และเอี้ยงลำตัวไปข้าง ๆ ได้ นอกจากนี้ตรงกระดูกหัวเหน่าทั้งสองมาต่อกัน มี fibrocartilage ขั้นกลาง และมี ligament ช่วยยึดให้กระดูกติดกันอีกทีหนึ่งเรียก symphysis pubis และรอยต่อระหว่างกระดูกก้นกับกระดูก ilium นั้นที่เรียก sacroiliac ปลายกระดูกแต่ละอันที่จะมาต่อกันมีกระดูกอ่อนหุ้ม และมี ligament ยึดกระดูกต่อกระดูกให้ติดกันอีกทีหนึ่ง ตรงนี้ก็เคลื่อนไหวได้นิดหน่อยเหมือนกัน



(รูปที่ ๖๐)

(แสดงภาพตัดของ symphysis)

Fibrocartilage ที่อยู่ระหว่างกระดูก symphysis pubis กับ sacroiliac จะหนาและอ่อนตัวตลอดระยะตั้งครรภ์และจะยืดได้เพื่อช่วยในการคลอด

(๒) syndesmosis ตรงรอยต่อของกระดูกชนิดนี้ มี ligament คั่นกลาง เช่นตรงปลายกระดูกหน้าแข้งมาต่อกับกระดูกน่อง

ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มากนั้นรวมข้อต่อทั้งหมดในร่างกาย ปลายที่ไปต่อกันของกระดูกที่ประกอบกันเป็นข้อต่อชนิดนี้ หุ้มด้วย Hyaline cartilage แล้วมี Fibrous capsule หุ้มตรงข้อต่อนั้นอีกที ข้างใน capsule นั้นบุด้วยเยื่อไขข้อ (synovial membrane) และกระดูกทั้งสองชิ้นยึดติดกันโดย ligament ข้อต่อชนิดนี้แยกออกได้ดังนี้คือ

๑. Gliding joints หมายถึงข้อต่อชนิดที่กระดูกที่มาต่อกันนั้น เคลื่อนไหวได้เพียงถูไถกันไปมาเท่านั้นเอง ข้อต่อชนิดนี้เช่น ข้อต่อระหว่างกระดูกข้อมือ และข้อต่อของกระดูกข้อเท้า และข้อต่อระหว่างปุ่มยื่นของกระดูกสันหลัง ตรงพื้นที่กระดูกต่อกระดูกมาต่อกันนั้น เกือบจะแบนราบ หรือปลายอันหนึ่งอาจจะนูนออก และปลายอีกข้างหนึ่งอาจจะเว้าเข้าเพียงนิดหน่อยเท่านั้น ซึ่งเป็นลักษณะธรรมดาของข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้

๒. Hinge joints ข้อต่อชนิดนี้สามารถงอพับไปได้เพียงทางเดียว คล้ายบานพับประตู ถ้าจะเหยียดก็เหยียดไปเลย แต่จะพับไปด้านตรงข้ามไม่ได้ เช่นข้อต่อตรงข้อศอก ข้อเข่า และข้อต่อของนิ้วมือ

๓. Condyloid joints ข้อต่อชนิดนี้พับได้ ๒ ทาง คือทั้งทางด้านหน้าและด้านหลัง (ถ้าหัวกระดูกกลม ๆ หรือ condyle) ส่วนเข้าไปในแอ่งกลม ๆ ก็เรียกข้อนั้นว่า (condyloid joint) เช่นข้อมือ

๔. Saddle joint คล้าย ๆ กับ condyloid joint คือ งอพับได้ทั้งสองทางแต่โครงสร้างของกระดูกตรงมาต่อกันนั้นต่างกับข้อ condyloid เพราะถ้าหัวกระดูกอันหนึ่งเว้าอันหนึ่งจะต้องนูนออกเป็นมุมฉากกัน เช่นกระดูกฝ่ามือของนิ้วหัวแม่มือกับกระดูกข้อมืออันที่หนึ่งแถวที่หนึ่ง (greater multangular)

๕. Pivot joints ข้อต่อชนิดนี้สามารถหมุนไปรอบ ๆ แกนใดแกนหนึ่ง กระดูกชิ้นในมักจะเป็นแกนกลาง ชิ้นที่สวมอยู่รอบ ๆ แกนมักจะมีรูปเป็นวงแหวน ซึ่งเป็นกระดูกและกระดูกอ่อน เช่นปุ่มของกระดูกคออันที่ ๒ (Odontoid process) เข้าไปหมุนในกระดูกคออันที่หนึ่ง ซึ่งทำให้ศีรษะหมุนไปมาได้ และที่ตรงปลายของ กระดูก ulna และ radius นั้น หัวของกระดูก radius หมุนอยู่ใน Radial notch ของกระดูก ulna และปลายล่างของ radius ไปติดต่อกับกระดูกมือ เพราะฉะนั้นเมื่อ radius หมุนจึงทำให้มือคว่ำและหงายได้ การหงายมือเรียกว่า supination คว่ำมือเรียกว่า Pronation

๖. Ball และ socket joints ข้อต่อชนิดนี้สามารถเคลื่อนไหวได้ทุก ๆ ทางและควงเป็นวงกลมก็ได้ ข้อต่อชนิดนี้มักจะมีหัวกลมใหญ่ อยู่ในแอ่งกลม ๆ ที่มีรูปคล้ายถ้วย เช่น head ของกระดูกต้นขาใน acetabulum กับ head ของกระดูกต้นแขนใน glenoid cavity ของกระดูกสะบัก ข้อต่อตรงหัวไหล่นี้เป็นข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มากที่สุดในร่างกาย

การเคลื่อนไหว (Movement) การเคลื่อนไหวของกระดูกที่มาต่อกันนั้นสามารถเคลื่อนไหวได้ ๔ อย่าง โดยมากถ้าอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมันไม่เกิดแต่เพียงอย่างเดียว มักมีอย่างอื่นเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน การเคลื่อนไหวเหล่านี้มี

(ก) Gliding movement หมายถึงการเคลื่อนไหวชนิดถูไถกันไปมา ชนิดนี้เป็นการเคลื่อนไหวธรรมดาที่สุดของข้อต่อต่าง ๆ โดยปลายของกระดูกอันหนึ่งถูไปบนกระดูกอีกอันหนึ่ง ชนิดนี้ไม่มีการงอพับหรือหมุนเป็นวงกลม เช่นตรงที่ปุ่มหัวของกระดูกซี่โครงต่อกับ bodies และ transverse process ของกระดูกสันหลัง

(ข) Angular movement การเคลื่อนไหวชนิดนี้พับไปมาได้มักเกิดเฉพาะกระดูกที่ยาว ๆ การเคลื่อนไหวโดยที่กระดูกยาว ๒ ชิ้นมาทำมุมกันในองศาต่าง ๆ การเคลื่อนไหวนี้รวม

๑. Flexion การงอแขนหรือขาทำให้ข้อพับ

๒. Extension การเหยียดตรงกันข้ามกับการงอ เช่นเหยียดแขนขาให้ตรง

๓. Abduction คือการเอาออกห่างจากลำตัว เช่นการยกแขนออกให้ห่างจากเส้นผ่าศูนย์กลางของลำตัว หรือยกแขนให้ทำมุมฉากกับลำตัว

๔. Adduction การเอาเข้ามาชิดหมายถึงการเอาแขนขามาชิดกับเส้นผ่าศูนย์ของลำตัว เช่นเอาแขนมาแนบกับลำตัว

ทั้ง Abduction และ Adduction มีความหมายต่างออกไปถ้าเราใช้กับนิ้วมือและนิ้วเท้า สำหรับมือ Adduction และ abduction นั้น เทียบเอานิ้วกลางแทนเส้นผ่าศูนย์กลางของลำตัว ส่วนเท้าใช้นิ้วถัดจากหัวแม่เท้าเป็นเกณฑ์

(ค) Circumduction หมายถึงการหมุนควง เป็นการเคลื่อนไหวของปุ่มหัวกระดูกยาวกับแอ่งที่รองรับมัน เช่นการควงแขนหรือขา

(ง) Rotation หมายถึงการเคลื่อนไหวที่กระดูกหมุนไปรอบ ๆ แกนกลางโดยไม่ให้กระดูกทั้งสองหลุดจากที่ เช่นการหมุนของกระดูกคออันที่ ๑ ไปรอบ ๆ odontoid process ของกระดูกคออันที่ ๒

ศัพท์สำคัญที่ใช้เกี่ยวกับข้อต่าง ๆ

Sprain หมายถึงซ้นหรือแพลง เป็นการเคลื่อนหรือบิด ของ ligament หรือเอ็นของข้อทำให้ฉีกขาดหรือถูกดึงตึงกว่าปกติ

Dislocation คือการที่ข้อเคลื่อนที่ มักเนื่องจาก sprain แต่ถึงกับทำให้กระดูกของข้อต่อเคลื่อนที่

Ankylosis ข้อแข็ง และไม่สามารถเคลื่อนไหว ตรงข้อนั้น

สรุป

ข้อต่อ เกิดจากการต่อกันของกระดูก

ข้อต่อแยกออกเป็น (ก) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้เลย หรือ Synarthrosis กระดูกมักจะต่อกับ fibrous tissue หรือกระดูกอ่อน เช่นรอยต่อของกระดูกที่ประกอบกันเป็น cranium และฟันที่สวมเข้าไปในแอ่งของมัน

(ข) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้น้อย หรือ Amphiarthrosis กระดูกมักจะต่อกับแผ่นของกระดูกอ่อนหรือ Interosseous ligaments เช่นรอยต่อของกระดูก pubis สองชิ้นเป็นต้น

(ค) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก ปลายกระดูกที่มาต่อกันมักจะมี hyaline cartilage หุ้มและมี fibrous capsule หุ้มรอบ ๆ ข้อต่อ ภายใน capsule นั้นมีเยื่อไขข้อบุ

การเคลื่อนไหวมี ๔ ชนิด

๑. ชนิดที่ถูกันไปมาเท่านั้น

๒. พับไปมาได้ รวมทั้ง Flexion การงอ

Extension การเหยียด

Adduction การเอาเข้ามาชิดกับศูนย์กลาง

Abduction การเอาออกห่างจากศูนย์กลาง

๓. การหมุนควงโดยไม่มีแกน

๔. การหมุนควงรอบ ๆ แกน

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๗

ระบบกล้ามเนื้อ

การเคลื่อนไหวซึ่งเป็นการทำงานที่สำคัญที่สุด สิ่งหนึ่งของร่างกายนั้น มักเกิดจากการหดตัวของ tissue ของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวในที่นี้ไม่ได้หมายความเฉพาะ แต่ว่าเคลื่อนไหวร่างกายทั้งหมด จากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง หรือการยกแขนยกขาเท่านั้น แต่หมายรวมถึงการหายใจ การเต้นของหัวใจ การไหวตัวของลำไส้ การทำงานของต่อมต่าง ๆ รวมทั้งการทำงานของอวัยวะภายใน และการไหลของโลหิตและน้ำเหลือง

พฤติการณ์ของศรีรวิทยาของร่างกายทั้งหมด จะเห็นได้ว่าเกี่ยวกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ จากผลการหดตัวนี้ ถ้ากล้ามเนื้อหดตัว เซลล์ของกล้ามเนื้อจะมีรูปร่างเล็กลง และกล้ามเนื้อเป็นจำนวนมากที่ติดต่อกับ tissue อื่น ๆ ของร่างกาย เพราะฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงจึงติดต่อกันไปทั่ว ถ้าเป็นเซลล์ของต่อมต่าง ๆ ที่ให้ secretion (น้ำที่ขับจากต่อมเพื่อทำประโยชน์ให้ร่างกาย) ถ้าต่อมนั้นหดตัวก็หมายถึง secretion นั้น ถูกบีบให้ออกจากต่อมเข้าไปในท่อ หรือเข้าไปในน้ำเลี้ยงร่างกาย เพื่อเข้าไปสู่เซลล์ทั้งหลาย เช่นเซลล์ของกล้ามเนื้อ และเซลล์ของประสาท เป็นต้น

กล้ามเนื้อเจริญมาจากเซลล์ชั้นกลางของ ไข่ที่อยู่ในครรภ์ (mesoderm) ๔๐ ถึง ๕๐% ของน้ำหนักของร่างกาย เป็นพวกกล้ามเนื้อ

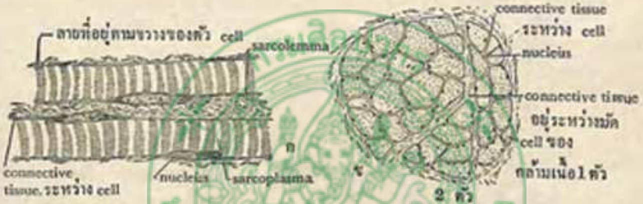
คุณลักษณะพิเศษของกล้ามเนื้อ คือมีคุณสมบัติสามารถรับความรู้สึก สามารถหดตัวยืดตัว และยืดหยุ่น

การรับความรู้สึก (irritability) คือ สามารถรับรู้เมื่อมีสิ่งมากระตุ้น และจะตอบรับสิ่งที่มากระตุ้นนั้น ๆ เซลล์ทุก ๆ เซลล์ของกล้ามเนื้อมี คุณสมบัติดังนี้ การตอบรับสิ่งที่มากระตุ้นของกล้ามเนื้อก็เป็นการทำให้เกิดหน้าที่ของอวัยวะนั้น ๆ ขึ้น ในรายที่กล้ามเนื้อมีการหดตัว (contractility) นั้นคือคุณสมบัติของกล้ามเนื้อที่จะเปลี่ยนรูปร่าง โดยตัวเซลล์ของกล้ามเนื้อสั้นเข้า และหนาเข้า คุณสมบัตินี้ก็เป็นลักษณะของ protoplasm ทั่วไปของเซลล์ แต่มีมากและเห็นได้ชัดใน tissue ของกล้ามเนื้อ ส่วนความสามารถในการยืดตัว extensibility ของเซลล์ของกล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์ หมายถึงการยืดตัวยาวออกของ

เซลล์ ส่วน elasticity การยืดหยุ่นนั้น หมายความว่าเซลล์สามารถยืดตัวออก และเมื่อหมดการยืดตัวแล้ว เซลล์จะกลับมารูปเดิมทันที

ส่วนประกอบของกล้ามเนื้อ tissue ของกล้ามเนื้อก็มีส่วนประกอบเหมือนกับ tissue อื่น ๆ โดยมีตัวเซลล์ และ intercellular substance แต่เซลล์เป็นตัวยาว ๆ เพราะฉะนั้นจึงเรียกว่า fibers และใน intercellular substance ก็มี cement (สิ่งที่ยึดตัวเซลล์กับเซลล์) น้อยมาก

กล้ามเนื้อแยกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามโครงสร้าง และตำแหน่งที่อยู่ได้ดังนี้คือ



(รูปที่ ๖๐)

(*รูป ก. เซลล์ของกล้ามเนื้อมีลาย ๒ ตัวตัดตามยาว จะเห็นว่าแต่ละเซลล์มี* connective tissue *ยึดให้ติดกัน รูป ข. เป็นกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ ๓ มัด ตัดตามขวาง*)

โครงสร้าง	ตำแหน่งที่อยู่
กล้ามเนื้อมีลาย (striated or skeletal)	มักเกาะติดกับกระดูก
กล้ามเนื้อไม่มีลาย (nonstriated or smooth)	เป็นอวัยวะภายใน
cardiac muscle	กล้ามเนื้อของหัวใจ

กล้ามเนื้อมีลาย striated ที่เราเรียกว่ามันมีลายเพราะถ้ามองดูตัวเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นมีลายขวางของตัวเซลล์ ชนิดนี้บางทีก็เรียก skeletal เพราะเป็นกล้ามเนื้อที่เกาะติดกับกระดูก บางทีก็เรียก somatic เพราะมันก่อรูปขึ้นเป็นผนังด้านนอกของร่างกาย

บางทีก็เรียก voluntary เพราะมันเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจของจิตใจ หมายความว่าทำงานตามคำสั่งของจิตใจ เซลล์ของมันมีรูปคล้ายกระสวยยาว ๆ เล็ก ๆ บางทีเรียก fiber ของกล้ามเนื้อ อาจจะยาว ๑ ถึง ๔ มม. และกว้าง ๐.๐๑ ถึง ๐.๑๕ มม. fiber นี้มีปลอกหุ้มเรียก sarcolemma ซึ่งทำหน้าที่เป็นผนังเซลล์ นิวเคลียสมักติดอยู่ผนังด้านในของ sarcolemma น้ำที่อยู่ข้างในเซลล์เรียก sarcoplasma ซึ่งมีใยที่ละเอียด ๆ (fibriles) อยู่ด้วย เซลล์ของกล้ามเนื้อหรือ fiber แต่ละอันยาว มีนิวเคลียสเป็นระยะ ๆ เซลล์ต่อเซลล์มักจะเรียงกันอยู่ตามยาว รวมกันเข้าเป็นมัด ๆ (bundle) fiber ของกล้ามเนื้อนี้มีทั้งสีแดงและสีขาว แต่กล้ามเนื้อที่สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วมักมี fiber สีขาวมาก และกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างช้า ๆ นั้น มี fiber สีแดงมาก

(รูปที่ ๖๑)

(รูปกล้ามเนื้อตัดตามขวาง จะเห็น connective tissue *อยู่รอบ ๆ แต่ละอัน และรอบ ๆ* bundle *ด้วย)*

Fibers แต่ละอันมี Areolar connective tissue ห่ออยู่รอบนอก fiber เหล่านี้อัดติดกันตามยาวเป็นมัด ๆ (bundle) เล็ก ๆ และ connective tissue หุ้มอยู่ข้างนอก ของมัดของ fiber นั้นอีกที แล้วมัดเล็ก ๆ ก็รวมกันเป็นมัดใหญ่ connective tissue ที่หุ้มมัดใหญ่นี้เราเรียกว่า พังผืด (fasciae) ซึ่งหุ้มกล้ามเนื้อทั้งมัด connective tissue เหล่านี้นำโลหิต น้ำเหลือง และประสาทไปสู่ตัวเซลล์ fiber ทุก ๆ ตัว

(รูปที่ ๖๒)

(กล้ามเนื้อมีลายมัดเล็ก ๆ ปลายบนจะเห็น fiber ที่ตัดตามขวางรอบ ๆ fibea นี้มี connective tissue หุ้มเรียก fascia และข้าง ๆ ถูกตัดออก แสดงให้เห็น fiber ที่เรียงกัน อยู่ข้างใน และเห็นเส้นโลหิตฝอยที่รอบ ๆ fiber ด้วย)

Connective tissue ที่หุ้มอยู่ข้างนอกกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เรียก Epimysium กล้ามเนื้อแต่ละมัดยาวตั้งแต่ ๑ มม. ถึง ๖๐ เซนติเมตร (๒๔ นิ้ว) และมีรูปร่างต่าง ๆ กัน ถ้าเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ตอนกลางของลำตัวมักจะมีรูปเป็นแผ่นแบน ๆ กว้าง เพื่อเป็นผนังของหน้าอกและช่องท้อง ส่วนกล้ามเนื้อที่อยู่ตอนแขนขา มักจะมีรูปเป็นกระสวยยาว ๆ หรือมีรูปเป็นรูปเล็ก ๆ ยาว ๆ ก็ได้ แต่มัดหนึ่ง ๆ ตอนกลางของกล้ามเนื้อเรียกว่า body และทั้งสองข้างเป็นปลาย

Origin และ insertion หรือที่เกาะของกล้ามเนื้อ ซึ่งหมายถึงกล้ามเนื้อมีลายหรือพวก skeletal muscle โดยมากมักพาดข้ามข้อต่อต่าง ๆ ซึ่งข้อต่อบางอันก็สามารถเคลื่อนไหวได้ บางอันก็เคลื่อนไหวไม่ได้ ถ้าข้อต่อเป็นข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้ก็ง่ายในการที่จะบอก origin และ insertion ของมัน ที่เกาะของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า origin นั้น เป็นปลายของกล้ามเนื้อที่ ไปเกาะกับกระดูกข้อต่อชิ้นที่เคลื่อนไหวได้น้อย ส่วน insertion นั้นเป็นปลายของกล้ามเนื้อที่ไปเกาะกับกระดูกชิ้นที่เคลื่อนไหวมาก กล้ามเนื้อที่มีแต่ origin เฉย ๆ นั้นก็

มีแต่เป็นจำนวนน้อยมัด เช่นกล้ามเนื้อของหน้า ปลายข้างหนึ่งของมัน เกาะกับกระดูกส่วนอีกปลาย เกาะกับผิวหนังของหน้า ถ้ากล้ามเนื้อหดตัวหมายความว่าส่วนใหญ่นั้นคือส่วนยาวของมันหด เพราะฉะนั้นส่วนกว้างของมันจะเพิ่มขึ้น ดึงปลายที่มันเกาะข้างหนึ่งให้มาใกล้กับปลายอีกข้างหนึ่ง

เอ็น (tendon) และ แผ่นเยื่อเหนียว (apponeurosis) ที่เป็นที่เกาะของเนื้อกล้าม และช่วยยึดกล้ามเนื้อให้ติดกับกระดูก โดยต่อมาจากพังผืดที่หุ้มเนื้อกล้ามนั้น ๆ ถ้าเป็นเส้นยาว ๆ แข็งเราก็เรียกว่า เอ็น (tendon) ถ้าเป็น แผ่น ๆ กว้างเราก็เรียกว่า apponeurosis tendon เป็นเส้นยาว ๆ คล้ายเชือก บิดเกลียวห่าง ๆ เพราะฉะนั้นจึงเหนียวและแข็งแรง ยืดไม่ได้ แต่งอได้

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๖๓)

(section ของอวัยวะภายใน แสดงให้เห็นกล้ามเนื้อไม่มีลาย รูป ก. เป็นภาพตัดตามยาว รูป ข. ตามขวาง สังเกตุ connective tissue ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเซลล์ และเซลล์ที่อยู่เป็นมัด ๆ)

พังผืด (Fasciae) ได้กล่าวมาแต่ต้นแล้วว่า พังผืดนี้เป็น connective tissue ที่หุ้มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ทั้งมัด นอกจากนี้พังผืดยังช่วยแยกกล้ามเนื้อออกเป็นพวก บางพวกได้ชื่อตามชื่อของ ตำแหน่งของร่างกาย เช่นพังผืดที่อยู่แถวคอ อก ท้อง เชิงกราน ก็เรียก

Cervical fascia, thoracic fascia, abdominal fascia ตามลำดับ แต่ถ้าจะเรียกชื่อ fascia แต่ละอัน ก็เรียกตามกล้ามเนื้อที่มันหุ้มอยู่ เช่นที่มันหุ้ม pectoral muscle ก็เรียก pectoral fascia แต่ถ้าอยู่ที่ข้อมือหรือข้อเท้าจะมี fascia ที่อยู่ลึก ๆ ซึ่งแน่นติดกับเอ็นที่มันมีอยู่ตามขวาง (Annular ligament) ซึ่งมันจะช่วยยึดเอ็นเหล่านั้นให้ติดแน่นกับกระดูก

หน้าที่ของกล้ามเนื้อที่เกาะกับกระดูก (skeletal muscle) ที่สำคัญคือช่วยในการเคลื่อนไหว

กล้ามเนื้อไม่มีลาย (nonstriated หรือ smooth muscle) ที่เรียกไม่มีลาย เพราะถ้ามองดู fiber ของมันด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะไม่เห็นมีลายตามขวาง บางทีก็เรียกว่า visceral เพราะเป็นกล้ามเนื้อของอวัยวะภายใน เซลล์ของมันจะเรียงตัวกันเข้าเป็นชั้นใหญ่ ๆ ๒ ชั้น ชั้นในจะหนาและ fiber จะอยู่ตามขวางหรืออยู่เป็นวงกลม (circular coat) ส่วนชั้นนอกจะบาง และ fiber จะอยู่ตามยาว (longitudinal coat) และบางทีก็เรียก involuntary เพราะการเคลื่อนไหวของมันไม่อยู่ในอำนาจของจิตใจ คือเราบังคับไม่ได้ เซลล์ของกล้ามเนื้อนี้แต่ละตัวมีรูปคล้าย ๆ กระสวย มีนิวเคลียสใหญ่อยู่ ๑ อัน เซลล์ยาวประมาณ ๐.๐๑๕ ถึง ๐.๕ มม. และกว้าง ๐.๐๐๒ ถึง ๐.๐๒ รอบ ๆ เซลล์เป็น connective tissue ที่ช่วยนำเส้นโลหิต น้ำเหลือง และประสาท การเคลื่อนไหวที่เปรียบเทียบกับกล้ามเนื้อมีลาย กล้ามเนื้อชนิดนี้หดตัวได้ช้า และอยู่ได้นาน แต่ยืดตัวได้มากกว่า และไม่มีการตึงตัว (tone) อยู่เสมอ เพราะมีประสาทไปเลี้ยงมาก ผนังเซลล์ของกล้ามเนื้อไม่มีลายนี้มีใยละเอียด ๆ ยื่นออกมา ช่วยยึดเซลล์กับเซลล์ เพราะฉะนั้นผนังของเซลล์ชนิดนี้ น่าจะเป็นของกล้ามเนื้อมีลายมากกว่า

หน้าที่ของกล้ามเนื้อไม่มีลาย ก่อรูปขึ้นเป็นผนังของอวัยวะภายในทั้งหมด รวมทั้งผนังของหลอดโลหิต ซึ่งตัวมันเองประกอบขึ้นด้วยเซลล์ ถ้าเซลล์นี้เปลี่ยนรูปร่างและขนาด ก็ทำให้อวัยวะนั้น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงด้วย เช่นการเคลื่อนไหวแบบที่เป็นลูกคลื่นของลำไส้ (peristalsis) ก็เริ่มมาจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ก่อน

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๖๔)

(บาง ๆ ของกล้ามเนื้อของหัวใจ)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

กล้ามเนื้อของหัวใจ (cardiac muscle) ถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ขยายใหญ่มาก ตัวเซลล์ขยายใหญ่ ลายตามขวางของเซลล์จะมีเหมือนกัน แต่เห็นไม่ค่อยชัดเหมือนกล้ามเนื้อพวกมีลาย และเซลล์ก็ตัวเล็กกว่า นิวเคลียสใหญ่และอยู่ตรงกลางเซลล์ รูปร่างของเซลล์ค่อนข้างจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตัวเซลล์เรียงติดต่อกันไป เรียก syncytium แล้วมี intercalated disc กั้นระหว่างตัวเซลล์ ช่วยเป็นโครงร่างของเซลล์ทั้งหมดด้วย เซลล์เหล่านี้มีเส้นโลหิตฝอยและน้ำเหลือง มาเลี้ยงติดต่อกันไปทั่ว การเต้นของหัวใจก็มาจากเส้นโลหิตเหล่านี้ ถ้ามีอะไรมากระตุ้น กล้ามเนื้อของหัวใจสามารถจะส่งความรู้สึก (impulse) ได้ตลอดทั่วถึงกัน เพราะเซลล์กับเซลล์มีทางติดต่อกันตลอด เหมือนเป็นเซลล์ ๆ เดียว เพราะฉะนั้นปฏิกริยาใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับเซลล์เพียงเซลล์เดียว จึงเหมือนเกิดกับเซลล์ทุก ๆ เซลล์ของกล้ามเนื้อพร้อม ๆ กัน

สรีรวิทยาของการหดตัว (physiology of contraction)

Tone หรือการเกร็งตัว เป็นคุณสมบัติของกล้ามเนื้อที่มีกันอยู่ตลอดเวลา แต่จะมีมากหรือน้อยแล้วแต่ตำแหน่งของกล้ามเนื้อนั้น ๆ หลักสำคัญที่จะอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิด tone นั้น ยังไม่แน่ชัด แต่ตามทางสรีรวิทยาอธิบายว่าการที่เราต้องทรงตัวให้ตรงอยู่ตลอดเวลานั้น ก็หมายถึง กล้ามเนื้อพวก skeletal ต้องทำงานอยู่เป็นเวลานาน แต่เรารู้สึกเมื่อยเพียงนิดหน่อย หรือไม่เมื่อยเลยนั้น เพราะ fiber ของกล้ามเนื้อได้เปลี่ยนผลัดกันทำงาน ไม่ทำพร้อมกันรวดเดียวหมด ในมนุษย์กล้ามเนื้อบางมัดเช่น กล้ามเนื้อที่ดึงคอไปทางข้างหลัง (retractors of neck) และกล้ามเนื้อของหลัง (extensors of back) ช่วยให้การเกร็งตัว หรือ tone ของกล้ามเนื้อมีปริมาณสูง แต่ในคนที่หมดความรู้สึก หรือคนนอนหลับ กล้ามเนื้อเหล่านั้นไม่ทำงาน หย่อนตัวเต็มที่ เพราะฉะนั้น tone จึงมีน้อยที่สุด

Tone ของกล้ามเนื้อนี้ช่วยให้กล้ามเนื้อมีกำลัง เพื่อช่วยให้มันมีแรงสม่ำเสมอกันในการยึดติดกับกระดูก นอกจากนี้กล้ามเนื้อช่วยรักษาความกดดันของอวัยวะภายในช่องท้อง การเคลื่อนที่เป็นไปอย่างรวดเร็วหรืออย่างนุ่มนวลนั้น ก็เนื่องมาจาก tone ของกล้ามเนื้อนี้ ในรายที่กระดูกหัก แล้วกระดูกเข้าไปเกยกันนั้น เนื่องมาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งมันมีคุณสมบัติในการหดเกร็ง (tonicity)

กล้ามเนื้อของอวัยวะภายใน และของหัวใจนั้น มีการเกร็งตัวได้ ถึงแม้จะตัดออกมาหรือแยกออกมาจากระบบประสาทก็ตาม นี่อาจจะเนื่องมาจากปุ่มประสาท ซึ่งมีทั้งเซลล์และใยประสาท ที่แทรกผ่านกล้ามเนื้อนั้นยังมีอยู่ ความกดดันภายในเส้นโลหิตที่ช่วยให้โลหิตไหล (blood presure) ตามปกตินั้น อาศัยการหดเกร็งตัว (tone) ของกล้ามเนื้อที่ผนังของเส้นโลหิต การย่อยอาหารที่เป็นไปอย่างดีนั้น ก็อาศัย tone ของกล้ามเนื้อของกระเพาะอาหาร และ tone ของกล้ามเนื้อของลำไส้เล็ก ถึงแม้ว่าอวัยวะเหล่านี้จะมีประสาทช่วยให้เกิด tone ดังที่กล่าวมาแล้ว ก็ต้องอาศัยผลจากปฏิกิริยาทางเคมีเข้าช่วย เช่นเดียวกับในกล้ามเนื้อที่มีลาย เป็นของแน่นอนที่ tone เหล่านี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งแล้วแต่สุขภาพของร่างกาย ถ้าร่างกายเกิดผิดปกติขึ้น เช่นมี คาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปใน

ไฮดริก หรืออาจจะเนื่องมาจากความเข้มข้นของไฮโดรเจน–ไอออน (pH) เกิดมีปฏิกริยากับ fiber ของกล้ามเนื้อได้

การหดตัวของกล้ามเนื้อนี้ เกี่ยวกับการเกร็งตัวของ protoplasm ของเซลล์ การเกร็งตัวนี้ขั้นแรกก็เกิดกับเซลล์ตัวเดียว แล้วก็เกิดเป็นการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อทั้งมัด ส่วนประกอบทางเคมี และทางโครงสร้างของน้ำที่อยู่ภายในเซลล์ และระบบประสาทจะช่วยรักษาระดับการเกร็งตัวเหล่านั้นไว้ ระบบประสาทซึ่งต่อศูนย์กลางที่ควบคุมอยู่ในสมองและไขสันหลัง นอกจากนี้ส่วนสมองด้านท้ายทอย (cerebellum) เป็นตำแหน่งที่จะช่วยชี้ขาดอีกทีว่า กล้ามเนื้อเหล่านี้ ควรจะทำงานร่วมกันให้ดี ตามความต้องการของร่างกายให้ดีได้อย่างไร

การทำให้ตื่นตัว หรือการกระตุ้น (excitation)

กล้ามเนื้อมีปฏิกริยาต่อสิ่งที่มากระตุ้นง่าย เพราะ protoplasm ของเซลล์ทุก ๆ เซลล์หรือทุก fiber มีคุณสมบัติดังนี้ แรงที่จะช่วยให้เกิดการตื่นตัวของกล้ามเนื้อเรียก stimulus (สิ่งกระตุ้น) สิ่งกระตุ้นนี้ช่วยให้สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อเปลี่ยนไป นอกจากนั้น protoplasm ของเซลล์ยังมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้า (conductivity) ถ้าเรากระตุ้นตรงที่หนึ่งอาจจะมีการตอบรับ (response) ไปยังเซลล์ทั่วถึงกัน ปฏิกริยาตอบรับนี้เป็นลักษณะพิเศษ อันหนึ่งของ tissue ในกล้ามเนื้อก็หมายถึงการหดตัว ตามธรรมดากล้ามเนื้อถูกกระตุ้นโดยความรู้สึก (impulse) ที่มาจากเส้นประสาท การกระตุ้นนี้บางทีก็ทำให้กล้ามเนื้อหยุดทำงานเหมือนกัน การทำให้เกิดการกระตุ้น บางทีทำให้เกิดขึ้นโดยใช้ กำลัง เช่น กด บีบ ฯลฯ ใช้ความร้อน ใช้น้ำยาทางเคมี และไฟฟ้าสิ่งเหล่านี้เรียก artificial stimuli (สิ่งกระตุ้นที่เราทำขึ้น) แต่ที่ธรรมดาที่สุดที่ทำให้มีการตื่นตัวของกล้ามเนื้อหรือประสาท ใช้ไฟฟ้าเพราะหาได้ง่ายและสะดวก ทั้งง่ายแก่การควบคุมการบีดเบ็ด เร่งความเร็ว และจะใช้กี่แรงเทียนก็ได้ นอกจากนี้ยังไม่ทำลาย tissue โดยเฉพาะ ใช้ทดลองกับร่างที่ยังมีชีวิตอยู่

ประสาทที่มาสู่กล้ามเนื้อมี ๒ ชนิดคือ sensory nerves คือ ประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอกเข้าสู่ศูนย์ประสาท และ motor nerve ซึ่งนำความรู้สึกจากศูนย์ประสาทมาสู่กล้ามเนื้อ เพื่อควบคุมการหดตัวนั้น ๆ ถ้า motor nerve มีอันตราย หรือศูนย์กลางประสาท

ในสมอง และไขสันหลังถูกทำลายลง ความรู้สึกจะไม่สามารถส่งต่อไปให้กล้ามเนื้อได้ ทำให้การทำงานของอวัยวะนั้นเสียไปด้วย แต่ถ้า sensory nerve มีอันตรายไป ไม่สามารถรับความรู้สึกจากอวัยวะภายนอก ถึงศูนย์กลางประสาท ความรู้สึกบริเวณนั้นไม่มี

ภาวะของการหดตัว

กล้ามเนื้อจำพวกที่เกาะกับกระดูก (skeletal) หดตัวได้อย่างรวดเร็ว และยืดตัวทันที ในการเปรียบเทียบกับกล้ามเนื้อของอวัยวะภายในนั้น หดตัวได้ช้า แต่อยู่ได้นานและคลายตัวช้าด้วย การหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีลาย เนื่องมาจากประสาทภายใน tissue นั้นถูกกระตุ้น จากการหดตัวครั้งหนึ่ง ๆ เราแยกออกเบ็นระยะได้ดังนี้คือ ภายหลังที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้น กล้ามเนื้อไม่หดตัวทันที จะต้องคอยเวลานิดหน่อย แล้วจึงจะหดตัว ระยะนี้มักเบ็นเวลาสั้น ๆ เรียกว่า Latent period ต่อไปก็ถึงตอนที่หดตัว ซึ่งเรียกว่า period of contraction แล้วต่อไปนี้กล้ามเนื้อก็จะคลายตัวลงตามเดิม เรียกว่า period of relaxation ในการที่ใช้ไฟฟ้ากระตุ้นหรือจิกกล้ามเนื้อที่น่อง gastrocnemius ของกบ และดูการบันทึกลายเส้นที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ บนกระดาษที่จดบันทึกพันรอบ ๆ กระบ่องกลม ๆ ซึ่งบังคับให้หมุนหรือหยุดนิ่งได้ ถ้าเส้นที่ได้จากบันทึกนั้นขีดโค้งขึ้นสูงหมายความว่าเบ็นการหดตัวอย่างแรงของกล้ามเนื้อ การหดตัวอย่างแรงของกล้ามเนื้อมีเนื่องมาจากเหตุเหล่านี้คือ

(๑) มีการกระตุ้นอย่างแรง

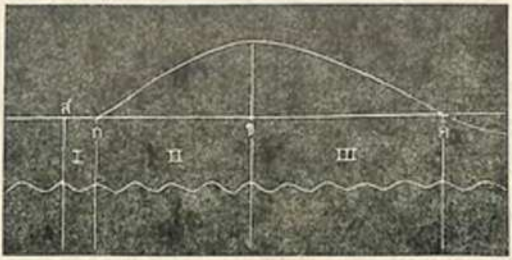
(๒) การกระตุ้นเร็ว ๆ

(๓) ระยะที่กระตุ้นถี่ห่างกันอย่างไร

(๔) น้ำหนักของลูกตุ้ม (load)

(๕) อุณหภูมิ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๖๔ ก)

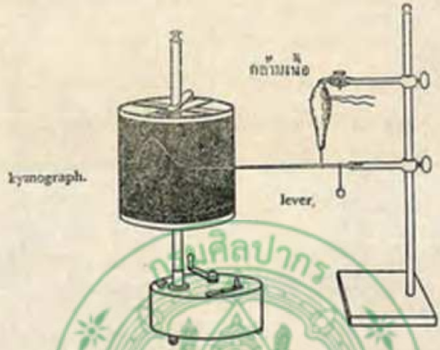
(แผนผังแสดงการหดตัวอย่างธรรมดาของกล้ามเนื้อ ส. แสดงเวลาที่เริ่มกระตุ้นกล้ามเนื้อ ระยะที่หนึ่ง (ส. ถึง ค.) เป็น latent period ประมาณ ๑๐ วินาที ระยะ ๒ ก. ถึง ข. หมายถึงระยะการหดตัว (ประมาณ ๐.๐๔ วินาที) ระยะที่ ๓ (ข. ถึง ค.) ระยะคลายตัว ประมาณ ๐.๐๕ วินาที เส้นข้างใต้ที่เป็นคลื่น แสดงว่าคลื่นหนึ่งเท่ากับ ๐.๐๑ วินาที (เครื่องมือที่ใช้บันทึกอยู่ในรูปที่ ๖๕)

โดยทั่ว ๆ ไป การหดตัวอย่างแรงเท่ากับความสามารถของเซลล์ตัวหนึ่งที่หดตัวได้มากหรือที่สุดเท่าที่จะทำได้ การหดตัวอย่างแรงนี้เป็นผลที่มีการกระตุ้น และเว้นระยะอย่างพอปานกลาง load (ลูกตุ้มบางอัน มีความสำคัญที่สุดในการที่กล้ามเนื้อจะตอบรับสิ่งที่มากระตุ้น (response) แต่ถ้าเพิ่มลูกตุ้มอันใหญ่ที่สุด การหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงและกล้ามเนื้อจะทำงานได้ดีที่สุดในอุณหภูมิปกติ สำหรับมนุษย์ประมาณ ๓๗ องศา เซนติเกรด (๙๘.๖ องศา ฟาเรนไฮต์) หรืออุณหภูมิของร่างกาย ถ้าความร้อนสูงกว่านี้ การตื่นตัวของกล้ามเนื้อหมดไป และหน้าที่ของกล้ามเนื้อก็จะหย่อนสมรรถภาพ ในที่สุดเข้าสู่ระยะที่กล้ามเนื้อ แข็งเพราะความร้อนจัด (heat rigor) เช่นภาวะของ permanent shortening

การตอบรับ หรือปฏิกิริยาของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้น

ในการศึกษาในห้องทดลอง ถึงสรีรวิทยาของเซลล์ของกล้ามเนื้อ ที่อยู่ในภาวะต่าง ๆ กัน เช่นอยู่ในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน หรือการที่ใช้กระแสไฟฟ้าหรือกระตุ้นเซลล์โดย

ตรง หรือจี้ใยประสาทที่เดียวเซลล์ ทั้งนี้เพื่ออยากจะรู้ว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีการกระตุ้นเช่นนี้ในร่างกายของเรา



(รูปที่ ๖๕)

(เครื่องมือที่ใช้ บันทึกการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยใช้ไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อ เครื่องมือชิ้นที่เขียนบันทึกนี้ ติดอยู่กับ lever lever นี้จะขีดเส้นบนกระดาษที่รมควันไฟที่ทาบอยู่ข้างๆ กระป๋องกลมๆ นั้น ถ้ากล้ามเนื้อหดตัว lever จะสูงขึ้น ทำให้เส้นโค้งสูง ถ้ากล้ามเนื้อคลายตัวตามเดิม lever จะตกต่ำ กระป๋องกลมๆ นั้นเรียก Kymograph)

ในการทดลองพบว่า การกระตุ้น fiber ของกล้ามเนื้อเพียงอันเดียว ให้แรงพอที่จะทำให้เกิด response ก็จะทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อมากเท่าที่มันจะหดได้ ถึงแม้ว่าการกระตุ้นจะไม่ถึงขีดแรงที่สุดก็ตาม ทั้งนี้เป็นไปตามกฎ All-or-none ซึ่งไม่ได้หมายความว่าการกระตุ้น ไม่ทำให้การตื่นตัวของเซลล์เปลี่ยนแปลง แต่จะให้เข้าใจว่าในการที่จะทำให้ตัวเซลล์เปลี่ยนแปลงนั้น สิ่งอื่นสำคัญกว่าการเพิ่มแรงกระตุ้น หรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งว่า ถ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อเฉยๆ fiber ของกล้ามเนื้อทุกๆ อัน จะมี response อย่างเต็มที่ หรืออาจจะไม่มีเลยก็ได้ นี่ก็เป็นไปตาม All-or-none law (ค้นพบโดย Bowditch ๑๘๗๑ ว่ากล้ามเนื้อของหัวใจ ถ้าถูกกระตุ้น จะหดตัวได้เต็มที่ หรืออาจจะไม่หดตัวเลยก็ได้) ความ

เหนื่อยล้า หรือการที่ได้รับอาหารมากหรือน้อย อาจจะเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของเซลล์ที่ตอบรับความรู้สึกได้ แต่การที่จะเพิ่มแรงกระตุ้นนั้นไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ว่านี้เลย

แรงกระตุ้นที่อ่อนที่สุด แต่เราใช้เวลานานพอ จะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้ เรียกการกระตุ้นนั้นว่า minimal stimulus แต่ถ้าใช้แรงกระตุ้นที่น้อยกว่านี้ลงไปอีก เรียก subminimal ถ้าเราใช้ subminimal ๒ เท่า (ซึ่งแต่ละครั้ง สามารถทำให้การหดตัวของ fiber เป็นไปได้) และใช้กระตุ้นในเวลาถี่ ๆ กัน เป็นการเพิ่มกำลังขึ้นเท่าตัวเพื่อให้เป็น minimal stimulus และเซลล์มี response พฤติการณ์เช่นนี้เรียก summation of stimuli (summation คือการกระตุ้นที่ทำซ้ำ ๆ กัน)

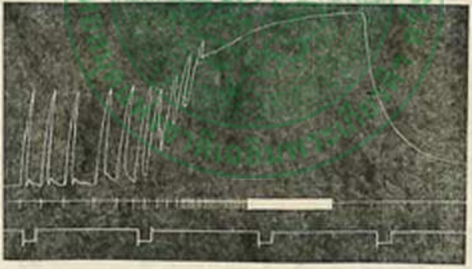
หน่วยที่ใช้วัดการตื่นตัว (exitability) หรือการระคายเคือง (irritability) ของ tissue ใด ๆ ก็ตามเรียกว่า Chronaxie Chronaxie ของเซลล์คือระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่ใช้แรงกระตุ้นที่น้อยที่สุด ๒ ครั้งที่จะทำให้เกิด response

ถ้ากล้ามเนื้อทั้งมัดถูกกระตุ้นให้หดตัว หลาย ๆ ครั้งต่อ ๆ กันไป การหดตัวนั้นจะมีมากขึ้นเรื่อย ๆ ดูที่รายงานบันทึกจากเครื่องมือแสดงให้เห็น โค้งสูงขึ้นเป็นขั้น ๆ ผลที่เกิดขึ้นนี้อาจจะเป็นเพราะเพิ่มแรงกระตุ้นซึ่งในระยะนั้นทำให้เซลล์มีการถ่ายเทของเสียออก ภายหลังที่มีการกระตุ้น ๒ หรือ ๓ ครั้งแรก ถ้าของเสียที่เซลล์ถ่ายออกเพิ่มมากขึ้น การตื่นตัวของ tissue จะลดลง การหดตัวจะลดลงด้วย ถ้ากระตุ้นนานพอจนเหนื่อย กล้ามเนื้อจะไม่มี response เลย

เมื่อกล้ามเนื้อมีการหดตัวครั้งแรก ในขณะที่มีการหดตัวอยู่นั้น ถ้าเรากระตุ้นครั้งที่ ๒ ซ้ำ การหดตัวของกล้ามเนื้อจะมากขึ้น จากรายงานบันทึกของเครื่องมือที่ใช้ จะเห็นเส้นโค้งสูงขึ้น เราเรียกการหดตัวนี้ว่า summation of contraction แต่ถ้าการกระตุ้นครั้งที่ ๒ นี้ เราทำเมื่อการหดตัวครั้งแรกของกล้ามเนื้อที่ทำไว้หมดไปแล้ว จะไม่มีการหดตัวครั้งที่ ๒ เลย ภายหลังการหดตัวครั้งใหญ่นี้ผ่านไปเราเรียกว่า absolute reflactory period กล้ามเนื้อจะไม่ response ต่อการกระตุ้นใด ๆ ทั้งสิ้น ถึงแม้ว่าจะกระตุ้นอย่างแรงก็ตาม หลังจากระยะนี้ กล้ามเนื้อจะค่อย ๆ กลับตัวรับการกระตุ้นใหม่ เรียกระยะนี้ว่าระยะของ depressed exitability

ถ้าเรากระตุ้นกล้ามเนื้อติดต่อกันไป โดยเว้นระยะถี่ ๆ โดยไม่ปล่อยให้ fiber ได้มีการคลายตัว เซลล์จะหดตัวเรื่อยไม่กลับอย่างเดิม ถ้าเป็นเช่นนี้เรียก tetanus หรือกล้ามเนื้อแข็งเกร็ง ซึ่งเป็นการเกร็งชนิดที่ควบคุมไม่ได้ (การทรงตัวให้ตรงนั้นอาศัยการเกร็งตัวนิด ๆ ของกล้ามเนื้อพวก skeletal ด้วย)

การหดตัวของกล้ามเนื้อพวกที่เกาะกับกระดูก (skeletal) จะหดตัวมากถ้ามีการกระตุ้นอย่างแรง นี่ไม่ใช่เป็นการขัดแย้งกับกฎของ all–or–none แต่จะอธิบายว่าเซลล์ของกล้ามเนื้อพวกที่อยู่ในอำนาจของจิตใจนั้นแต่ละเซลล์แยกกันโดยมี connective tissue แทรกอยู่ระหว่างเซลล์กับเซลล์ ซึ่งเป็นเหมือนฉนวน ถ้าพิจารณาถึงสภาพการณ์เช่นนี้ การใช้ minimal sitmulus กับ fiber เหล่านี้อาจจะได้ผลดี แต่ถ้าใช้กับกล้ามเนื้อทั้งมัดนั้น จำเป็นจะต้องใช้ maximal stimulus จึงจะให้กระตุ้นได้ทั่ว โดยเหตุนี้กล้ามเนื้อพวก skeletal จึงต่างจากกล้ามเนื้อของหัวใจ ซึ่งกล้ามเนื้อของหัวใจนั้นถ้ามีการกระตุ้นเพียงเซลล์ ๆ เดียว การหดตัว หรือปฏิกิริยาก็จะเกิดขึ้นทั่วทั้งหัวใจ การเต้นของหัวใจเป็นจังหวะเกิดจากการหดตัวของเซลล์เหล่านั้นที่ทำหน้าที่ร่วมกันเหมือนเซลล์ ๆ เดียว



(รูปที่ ๖๖)

(ภาพจากการบันทึกการเกร็งตัว (tetanus) ของกล้ามเนื้อพวก skeletal คือทีแรกเรากระตุ้นอย่างธรรมดา แล้วให้เร็วขึ้นตามลำดับจนถี่ที่สุดในที่สุด เส้นโค้งที่แสดงการหดตัวของกล้ามเนื้อ จะสูงขึ้นจนกลายเป็นเส้นเรียบ ซึ่งเป็นตอนที่กล้ามเนื้อเกร็งตัว ให้สังเกตว่าตอนที่กล้ามเนื้อมีการเกร็งตัว เส้นจะอยู่สูงกว่าตอนที่เรากระตุ้นเป็นครั้งๆ หรือกระตุ้นห่าง ๆ กัน แสดงว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อตอนนั้นมีมาก)

สาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวนั้น ยังไม่แจ่มแจ้ง แต่ก็เป็นที่เข้าใจว่าเนื่องจากการฟุ้งกระจาย (diffusion) และลักษณะส่วนประกอบของ colloidal ที่มีในเซลล์เช่น surface tension ส่วนปฏิกิริยาทางเคมีนั้น เชื่อว่าเกี่ยวข้องกับภายหลังที่มีการหดตัวแล้วไม่ใช่เป็นตัวการไปทำให้หดตัว การค้นคว้าเมื่อเร็ว ๆ นี้แจ้งว่าการหดตัวของ fiber ของกล้ามเนื้อนั้นมี ๒ ตอน คือตอนที่หดตัวโดยไม่ต้องการอ๊อกซิเจน เรียก anaerobic กับตอน aerobic หรือ recovery คือตอนที่ต้องการอ๊อกซิเจน และ glycogen เพื่อช่วยให้กล้ามเนื้อกลับคืนสู่สภาพเดิม ตอนที่ไม่ต้องการอ๊อกซิเจนนั้นกล้ามเนื้อมักจะให้กำลังงานมาก ตอนนั้นอาจจะเกิดมีกรด lactic ออกมาเล็กน้อย หรือไม่มีเลยก็ได้ แต่ส่วน oxidation (การรวมกับสารอ๊อกซิเจนหรือสารใด ๆ) ไม่มีเลย กรด lactic ไม่ได้ช่วยโดยตรงในการทำให้กล้ามเนื้อหดตัวแต่จะช่วยในระยะพื้นตัว ซึ่งประมาณ ๑/๕ ของกรด lactic ให้พลังงาน ส่วนอีก ๔/๕นั้นเปลี่ยนเป็น glycogen และเข้าใจว่าการเปลี่ยน adenyltriphosphate เป็น กรด adenylic และกรด phosphoric ทำให้เกิดพลังงานช่วยในการหดตัวชั้นแรกของกล้ามเนื้อ ส่วนโปรตีนและฟอสเฟตอื่น ๆ จะมีพลังงานที่ช่วยเปลี่ยน adenyltriphosphate และให้รวมกับกรด lactic ปฏิกิริยากลับกันนี้อาศัย enzyme ในเซลล์ของกล้ามเนื้อช่วย ส่วนในการที่ glycogen ช่วยให้เซลล์พื้นตัวนั้น ก็เพื่อช่วยให้เกิดพลังงานในชั้นต่อไป ภายหลังการทำงานเหล่านี้ จะมีกรด lactic และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และความร้อนเกิดขึ้น

รายการย่อที่มีการเปลี่ยนแปลงในเซลล์ของกล้ามเนื้อ ที่ทำให้เกิดการหดตัว

(๑) Adenyltriphosphate → adenylic acid + phosphoric acid + energy (พลังงานที่ช่วยการหดตัว)

(๒) Phosphocreatine → creatine + phosphoric acid + พลังงาน (ในการสร้างสารบางอย่างในเซลล์เช่น adenyltriphosphate)

(๓) Glycogen → lactic acid + พลังงาน (ในการสร้างสารบางอย่างในเซลล์เช่น phosphocreatine)

(๔) Lactic acid
- ๔/๕ เปลี่ยนเป็น glycogen
- ๑/๕ รวมกับสารอื่น ๆ แล้วเปลี่ยนเป็น $CO_2 + HO_2 +$ พลังงาน (เพื่อให้เซลล์สร้าง glycogen)

การเหนื่อย (fatigue) และการออกกำลังกาย (excercise)

ถ้ากล้ามเนื้อหดตัวเป็นเวลานาน ขั้นแรกจะเกิดมีคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และกรด lactic แต่ถ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อนั้นติดต่อกันเรื่อย ๆ ไป กล้ามเนื้อจะหดตัวน้อยลงเรื่อย ๆ ในที่สุดจะไม่ response เลยนี่เป็นสาเหตุของการที่เหนื่อย เพราะของเสียที่ขับออกจากเซลล์ตลอดระยะเวลาที่ออกกำลังกาย (เช่น CO_2, H_3PO_4 กรด lactic) ถ้าสะสมไว้มากทำให้เหนื่อยมากได้ การขาดอาหารอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เหนื่อยมากได้ การออกกำลังที่พอควร และร่างกายมีเวลาที่จะระบายของเสียเหล่านั้นได้ทัน ร่างกายจึงไม่ค่อยจะเหนื่อยมาก ภายหลังที่กล้ามเนื้อหดตัวนาน หรือ การออกกำลังกายที่นาน ร่างกายจะต้องการการพักผ่อน เพื่อให้โอกาสที่จะถ่ายเทของเสียเหล่านั้น ออกจากร่างกายโดยไปตามเส้นโลหิตก่อน เพื่อไปสู่อวัยวะที่ช่วยในการขับถ่าย และในขณะเดียวกันเซลล์ก็ต้องการอาหารและอ๊อกซิเจน ไปชดใช้ที่เสียไป หนังสือบางเล่มอธิบายว่ากรด lactic เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเหนื่อยขึ้นโดยไปมีปฏิกิริยากับ ไฮโดรเจน ไอออน (pH หรือความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนในโลหิต) ซึ่งไปห้ามไม่ให้ enzyme มีโอกาสใช้ glycogen ในโลหิตได้ เคยมีผู้ทดลองว่า ฉีดโลหิตของสัตว์ที่เหนื่อยตัวหนึ่งเข้าไปในเส้นโลหิตของสัตว์อีกตัวหนึ่งที่ได้รับการพักผ่อนอย่างเต็มที่ จะทำให้สัตว์ที่ได้รับโลหิตมีอาการเหนื่อยขึ้นมาทันที บางทฤษฎีว่าการเหนื่อยเนื่องมาจาก เกลือโปแตสเซียมที่เกิดขึ้นเมื่อมีอาการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ถ้าปล่อยให้เหนื่อยมาก ๆ จนถึงที่สุด จะหมดแรงไปเลย เซลล์จะไม่ฟื้นตัวอีก เพราะโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของ fiber จะแข็งตัวหมด เกิดอาการที่เรียก rigor mortis อย่างกับตัวแข็งเมื่อตาย (rigor mortis เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อ ในระยะเวลา ๑๐ นาที ถึง ๗ ชั่วโมง ภายหลังคนตายแล้ว)

ถ้าจะพูดไปแล้วร่างกายของเราเหนื่อยง่ายกว่ากล้ามเนื้อ เพราะเซลล์ของประสาทเป็นพวกที่เหนื่อยง่ายที่สุด ถัดไปก็เป็นตอนที่ต่อกันระหว่างประสาทกับ fiber ของกล้ามเนื้อแล้วจึงจะถึงกล้ามเนื้อ และใยประสาทที่ติดต่อกันทั้งหมด ร่างกายที่เหนื่อยอ่อนนี้ไม่ใช่เป็นเพราะสรีรวิทยาของร่างกายที่เกิดขึ้นอย่างเดียว คำว่าเหนื่อยนี้มีความหมายรวมกัน โดยมากมักเกี่ยวข้องกับจิตใจด้วย เช่น เบื่อต่อเสียงที่ได้ยินจำเจ (monotony) การไม่สนใจใน

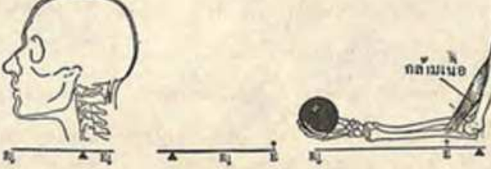
สิ่งเฉพาะหน้า การประดับแต่ความไม่สำเร็จ การรู้เกียจ เป็นต้น ๆลๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดการเหนื่อย

การออกกำลังช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย ซึ่งช่วยเปลี่ยนแปลงภาวะของเซลล์ โดยทั่วทุกหนทุกแห่งตลอดทั่วร่างกาย ในที่สำคัญที่สุดของการออกกำลังก็คือ ช่วยนำโลหิตดี และน้ำเหลือง เข้าไปสู่เส้นโลหิต และเส้นน้ำเหลือง การออกกำลังช่วยให้กล้ามเนื้อเจริญในขนาด และแข็งแรงขึ้นมีการตึงตัว (tone) ของ fiber ดีขึ้น บางทีเราใช้การนวด และการดัดตน แทนการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นการช่วยการทำงานของอวัยวะของร่างกายให้ดีขึ้น ทั้งเป็นการหย่อนใจด้วย แต่ถ้ารู้สึกเหนื่อยแล้วออกกำลังเป็นสิ่งอันตราย เพราะถ้ากล้ามเนื้อไม่มี glycogen ไปเลี้ยง ใช้แต่โปรตีนที่มีอยู่ในเซลล์เท่านั้น การที่รู้สึกเหนื่อยก็เป็นการป้องกันหรือเตือนให้เรารู้ว่า ถึงเวลาที่จะพักผ่อนเพื่อไม่ให้ร่างกายเหนื่อยมากเกินไป

กล้ามเนื้อกับ Bony lever

Lever (ตามฟิสิกส์ แปลว่าคานยก หรือคานงัด) จะใช้อธิบายว่า การที่ร่างกายของเราเคลื่อนไหวได้นั้นไม่ใช่อาศัยการหดตัวของ กล้ามเนื้อแต่อย่างเดียว สิ่งที่สำคัญที่สุดในการนี้ได้แก่ bony lever ในร่างกายกล้ามเนื้อและกระดูกทำหน้าที่ร่วมกันในการทำให้เกิด lever ความรู้ในเรื่อง lever นี้ ช่วยให้เราเข้าใจถึงหลักสำคัญในการทรงตัว ให้รูปทรงดีและการใช้แขนขาให้ถูกต้องด้วย

Lever ที่ธรรมดาที่สุดนั้นต้องมี คานหรือไม้ท่อนยาว ๆ กับ fulcrum ซึ่งเป็นจุด ๆ หนึ่งที่ตรึงคานอยู่กับที่ นอกจาก fulcrum ก็มี แรงต้านทาน (resistance) กับ (effort ความพยายาม แรงกระทำ (เช่นผลัก ดัน กด ๆลๆ) ซึ่งต้องการกำลังให้มากกว่าแรงต้านทาน ในร่างกายเรากระดูกเป็น lever. resistance เป็นส่วนของร่างกายที่จะยกหรือเคลื่อนที่ แรงกระทำ (effort) อยู่ที่กระดูกส่วนที่เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้มีการเคลื่อนไหว



(รูปที่ ๖๗)

(ภาพแสดง lever ธรรมดา ให้สังเกตที่เกาะของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับ fulcrum กับ resistance ส่วน effort เป็นที่กล้ามเนื้อเกาะกับกระดูก ▲ หมายถึง fulcrum R หมายถึง resistance E หมายถึง effort ลูกศร หมายถึง ทางที่เคลื่อนไหวขึ้นหรือลง ไม่มีชนิดที่ ๒ ของ lever ในร่างกาย)

กฎที่เกี่ยวกับ lever มีดังนี้คือ เมื่อ lever อยู่ในภาวะที่สมดุลย์กัน effort (ความพยายาม) x แขนของความพยายาม = resistance (ความต้านทาน) แขนของความต้านทาน (Ex EA=Rx RA) เช่นถ้า fulcrum อยู่ตรงกลาง ระยะทางจาก fulcrum ถึง R กับถึง E เท่ากัน ถ้าน้ำหนักของ R เท่ากับน้ำหนักของ E ผลลัพภ์จะเท่ากัน

Lever แบ่งออกตามตำแหน่งของ fulcrum, resistance, และ effort ได้เป็นสามชนิดคือ

ชนิดที่ ๑ fulcrum อยู่ระหว่าง resistance กับ effort ชนิดนี้ resistance จะเคลื่อนที่ไปด้านตรงข้ามกับ effort เช่น resistance ยกขึ้น effort กดลง

ตัวอย่างถ้าจะเปรียบกับร่างกายเราก็เป็นอย่างนี้คือ ถ้าเราจะเงยหน้าส่วนหน้าเป็น resistance แกนหรือ fulcrum ก็อยู่ตรงกระดูกคอ กล้ามเนื้อทางส่วนหลังเป็น effort

ชนิดที่ ๒ resistance อยู่ระหว่าง fulcrum กับ effort เพราะฉะนั้น การเคลื่อนไหวของ resistance จะไปทางเดียวกัน ทั้ง resistance และ effort เหมือนกับการยกล้อเข็นที่มีล้อเดียว ถ้าจะเปรียบให้ใกล้เคียงกับร่างกายเราก็เหมือนกับยืนด้วยปลายเท้า นอกจากนั้นไม่มี lever ชนิดนี้ในร่างกาย

ชนิดที่ ๓ effort อยู่ระหว่าง fulcrum กับ resistance ในที่นี้แขนของ resistance จะยาวกว่าแขนของ effort ทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งทั้งนี้ต้องใช้ ความพยายาม (effort) มากกว่าความต้านทาน (resistance) เช่นการยกปลายแขนงอขึ้น กฎของ lever นั้นเพื่อให้ร่างกายมีการทรงตัว หรือ posture ที่ถูกต้อง คือ ศีรษะตั้งตรง บน atlas โดยการใช้กล้ามเนื้อเป็น effort ช่วยเหลือเพียงนิดหน่อย หรือไม่ใช้เลยก็ได้ (ท่านดูรูปที่ ๕๕)

กล้ามเนื้อพวกที่เกาะกับกระดูก (Skeletal muscle)

กล้ามเนื้อที่เกาะกับกระดูกหลายมัดมีความหมาย ๒ อย่าง คือความหมาย ตามภาษาลาติน กับความหมายทางภาษาอังกฤษ เช่นกล้ามเนื้อที่ชื่อ oblique externus abdominis และ external abdominal oblique บางทีกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน นิยมชื่อภาษาลาตินมากกว่า เช่น psoas magnus กับ psoas major และ vastus intermedius กับ vastus crureus มีบ่อย ๆ ที่กล้ามเนื้อบางมัดไม่รู้จักชื่อทางภาษาอังกฤษดี ใช้ภาษาลาตินเลยเช่น levatores costarum บางทีชื่อภาษาอังกฤษก็เป็นชื่อที่รู้จักดีมาก เช่น detoid แทนที่จะเรียก deltiodeus เพราะฉะนั้นนักกายวิภาคสมัยก่อนส่วนมากจึงใช้ชื่อ ใน B.N.A. สำหรับพูดถึง กายวิภาคของมนุษย์ทั้งหมด (B.N.A. ย่อมาจาก Basle (Basel) Nomina Anatomica หรือ Anatomical terminology accept at Basel Switzerland in 1895 ซึ่งมีกายวิภาคศัพท์ประมาณ ๔๕๐๐ คำ ซึ่งเป็นที่รับกันที่ Basel ในปี ๑๘๙๕ โดยสมาคมกายวิภาค ซึ่งขณะนี้ปรับปรุงแก้ไขให้ใช้ชื่อทางกายวิภาคน้อยลง และตัวไหนพอที่จะใช้ชื่อเป็นธรรมดาได้ ก็ให้ใช้เพื่อง่ายแก่การเรียนเข้าหนังสือใหม่นี้มีชื่อว่า I.N.A.)

กล้ามเนื้อที่เกาะกระดูกเกือบทั้งหมด มักมีเป็นคู่ ๆ มีน้อยมัดที่มีเป็นอันเดียว ซึ่งมักอยู่ตรงเส้นผ่าศูนย์ของลำตัว โดยอยู่ตรงกลาง หรือเชื่อมกล้ามเนื้อที่อยู่สองข้างกล้ามเนื้อที่เกาะกับกระดูกนั้นทั่ว ๆ ไป มักจะแบ่งเป็นพวก ๆ บางพวกมีปฏิกริยา ตรงกันข้ามกับพวกอื่น ๆ เช่นกล้ามเนื้อที่อยู่ด้านหน้าของแขน และของปลายแขน เรียก flexors เพราะทำหน้าที่งอแขน และพวกที่อยู่ด้านหลังของแขนก็เรียก extensors เพราะทำหน้าที่เหยียดแขน คือถ้าข้างหนึ่งงออีกข้างหนึ่งก็หย่อน แต่ข้างที่หย่อนก็ไม่ถึงกับไม่มี tone เสียเลย

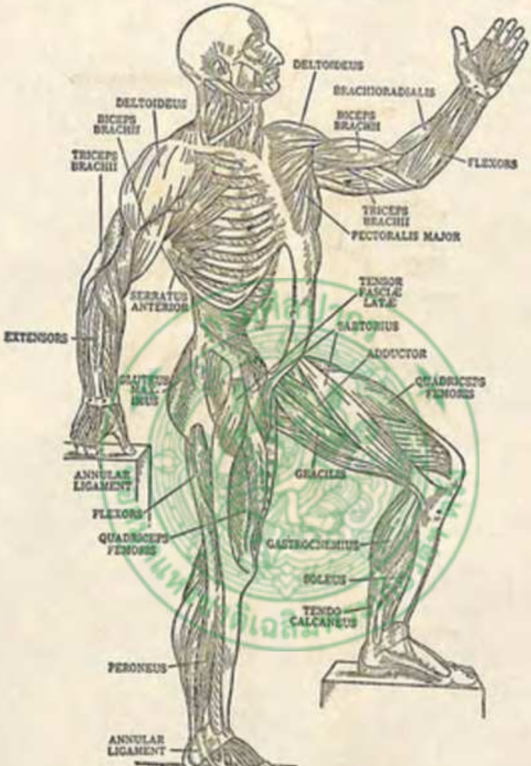
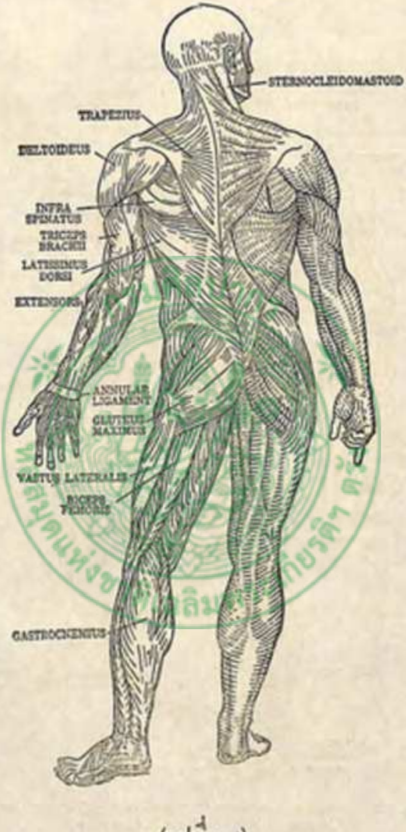


Fig. 103. Human body, showing muscles. (Right side and front.)
(Courtesy of William Wood & Company.)

(รูปที่ ๖๗)

(แสดงกล้ามเนื้อทั้งหมดของร่างกายมนุษย์ มองจากด้านหน้า และด้านขวา)

SKELETAL MUSCLES



(รูปที่ ๖๘)

(แสดงกล้ามเนื้อทั้งหมดของร่างกายมนุษย์ ที่มองจากด้านหลัง)

หอสมุดแห่งชาติ

กล้ามเนื้อที่สำคัญของศีร์ษะ หน้า ลิ้น และ คอ

กล้ามเนื้อของศีร์ษะมี Epicranial หรือ occipitofrontaris ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อ ๒ มัด คือกล้ามเนื้อที่ปกคลุมบริเวณท้ายทอยกับหน้าผาก กล้ามเนื้อทั้งสองมัดนี้ต่อกันโดยมีแผ่นเยื่อเหนียว (apponeurosis) ที่คลุมด้านบนกระโหลกศีร์ษะกล้ามเนื้อของท้ายทอยมี origin จากกระดูกท้ายทอย กับส่วน mastoid ของกระดูกขมับ ไปเกาะกับ แผ่นเยื่อเหนียวที่คลุมกระโหลกศีร์ษะ ส่วนกล้ามเนื้อของหน้าผากมี origin จากแผ่นเยื่อเหนียวนี้ไปเกาะที่บริเวณคิ้ว

หน้าที่กล้ามเนื้อทางหน้าผาก ช่วยย่นหน้าผาก ส่วนกล้ามเนื้อทางท้ายทอย ดึงหนังศีร์ษะไปทางด้านหลัง

กล้ามเนื้อของหน้า กล้ามเนื้อของหน้ามีประมาณ ๓๐ มัด แต่เราจะเรียนบางมัดเท่านั้น มันแบ่งออกเป็นพวกดังนี้

กล้ามเนื้อของเบ้าตา และของหนังตา มี	Recti	๔ มัด
	Oblique	๒ มัด
	Levator palpebrae superioris	
	Orbicularis oculi	
กล้ามเนื้อของจมูกมี	Nasalis	
	Depressor septi	
	Dilatator naris posterior	
	Dilatator naris anterior	
	Procerus	
กล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคี้ยว	Masseter	
	Temporal	
	Internal pterygoid	
	External pterygoid	
กล้ามเนื้อของปาก และริมฝีปาก	Orbicularis oris	
	Buccinator	

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

Quadratus labii superioris

Quadratus labii inferioris

Caninus

Zygomaticus

Mentalis

Triangularis

Risorius

กล้ามเนื้อของเบ้าตา และของเปลือกตาหรือหนังตา

กล้ามเนื้อของเบ้าตา มี ๗ มัด เกาะกับลูกตา ๖ มัด หรือเป็น ๓ คู่ อยู่ตรงกันข้ามดังนี้คือ

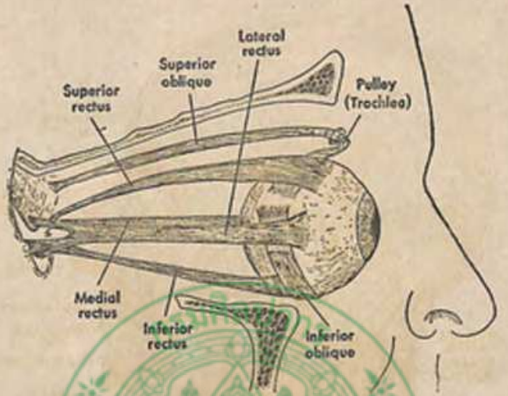
Recti muscle มี ๔ มัดเรียก superior, inferior, medial และ lateral ตั้งต้นจากตรงกลางของเบ้าตา ชี้ออกมาตามด้านนอก ส่วนที่มันอยู่นั้น อยู่ตามชื่อของมัน และทั้ง ๔ มัดนี้ เกาะกับลูกตา

กล้ามเนื้อที่อยู่ตามเฉียงนั้นมี ๒ มัด เรียก superior oblique, inferior oblique ตั้งต้นจากตรงกลางของเบ้าตา ขึ้นไปทางด้านบนของลูกตา ไปเกาะที่ระหว่าง superior กับ lateral recti ส่วน inferior oblique นั้นตั้งต้นจากหินเบ้าตา ผ่านลูกตา ไปเกาะระหว่าง Inferior กับ lateral recti

หน้าที่ของ recti ทั้ง ๔ มัด มีหน้าที่ กลอกลูกตา ขึ้นลง และไปข้าง ๆ คือทำหน้าที่ตามชื่อของมัน ส่วนหน้าที่ของกล้ามเนื้อที่เฉียงทั้งสองมัดนั้น ก็ช่วยกลอกลูกตาไปตามด้านเฉียง ๆ กล้ามเนื้อไม่ได้ทำงานตามพละกำลังตนเอง แต่ร่วมมือ (cooperative) กับมัดอื่น ๆ และช่วยเหลือ (coordinate) มัดอื่น ๆ ในการทำงาน

(รูปที่ ๗๐)
(กล้ามเนื้อที่อยู่ตื้น ๆ ของศีรษะ และ คอ)

กล้ามเนื้อที่ชื่อ Levator palpebrae superior (หนังตาบน) กล้ามเนื้อนี้ตั้งต้นจากตอนกลางของเบ้าตา ออกมาทางด้านหน้าไปเกาะที่ tarsal cartilage ของหนังตาบน



(รูปที่ ๗๑)

(Extrinsic muscle ของลูกตาซึ่งอยู่ในเบ้าตาขวา)

หน้าที่ ดึงตา และยกหนังตาบนขึ้น

Orbicularis oculi (กล้ามเนื้อที่อยู่เป็นวงรอบ ๆ ตา) กล้ามเนื้อนี้ตั้งต้นจาก nasal portion ของกระดูกหน้าผาก และจาก frontal process ของกระดูกขากรรไกรบนและมาจาก ligament สั้น ๆ ที่ชื่อ medial palpebral ligament

หรือ tarsal แล้วแผ่ออกไปทางด้านข้าง ๆ เป็นชั้นบาง ๆ ซึ่งประกอบเป็นหนังตาไปเกาะด้านนอกของหนังตาบนและล่าง ส่วนนี้เรียก palpebral portion

มีอีกส่วนหนึ่งกว้างและหนากว่า เรียก orbital portion แผ่ไปข้างบนขมับและลงไปถึงแก้ม ของมันเป็นที่อยู่ด้านบน เกาะที่กล้ามเนื้อของหน้าผาก

(รูปที่ ๗๒)

(กล้ามเนื้อของขมับ และกล้ามเนื้อชั้นในของปาก)

หน้าที่ ช่วยในการปิดตา ลืมตา และขมวดคิ้ว palpebral portion ไม่อยู่ในอำนาจของจิตใจ เช่นจะปิดตาเมื่ออยากหลับ หรือกระพริบตา ส่วน orbital portion นั้น บังคับได้

กล้ามเนื้อของจมูก กล้ามเนื้อนี้มีขนาดและรูปร่างต่างกันในส่วนบุคคล มีชื่อดังนี้ Nasalis, depressor septi, posterior และ anterior dilator ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเล็ก ๆ ที่ทำให้รูจมูกเล็ก และขยายใหญ่ได้ กล้ามเนื้อที่คลุมกระดูกจมูก และ nasal cartilage เป็นรูปสามเหลี่ยมชื่อ procerus และอยู่ข้าง ๆ แล้วไปเกาะที่ผิวหนังที่อยู่ส่วนล่างของหน้าผาก หรือระหว่างคิ้ว ซึ่งช่วยในการย่นจมูก

กล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคี้ยวมี

Masseter ตั้งต้นจาก zygomatic process และส่วนของขากรรไกรบนที่อยู่ใกล้ ๆ นั้น

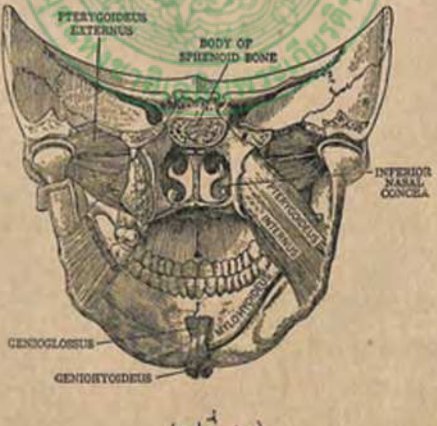
ไปเกาะที่มุมด้านนอก ramus ของกระดูกขากรรไกรล่าง

temporal ตั้งต้นจาก temporrl fossa ของกระโหลกศีรษะ และพังผืดที่หุ้มข้างบนกระดูกนั้น ไปเกาะที่ coronial process ของกระดูกขากรรไกรล่าง

Internal pterygoid ตั้งต้นจากด้านในของ lateral pterygoid plate และ pyamidal process ของกระดูกเพดาน และปุ่มกลม ๆ ที่ยื่นขึ้นมาของกระดูกขากรรไกรบน แล้ว fiber ของมันจะแผ่ลงข้างล่าง ข้าง ๆ และข้างหลัง ไปเกาะที่ ramus ของกระดูกขากรรไกรล่าง

External pterygoid เป็นกล้ามเนื้อสั้นเล็ก ๆ ปลายมี ๒ แฉก ๆ ข้างบนตั้งต้นจาก zygomatic ของปีกใหญ่ ของ sphenoid และข้างล่างจากด้านข้าง ๆ ของ pterygoid plate fiber ของกล้ามเนื้อทอดลงไปทางด้านหลัง และไปเกาะข้างหน้า คอคอดของกระดูกขากรรไกรล่าง และตรงรอยต่อของกระดูกขากรรไกรล่างกับกระดูกขมับ

หน้าที่ของ masseter, temporal และ internal pterygoid คือช่วยยกขากรรไกรล่างขึ้น ส่วน external pterygoid ช่วยในการอ้าปาก และแต่ละข้างของ external กับ internal pterygoid ก็ช่วยเคลื่อนไหวขากรรไกรล่างในการเคี้ยวอาหาร



(รูปที่ ๗๓)

(แสดง pterypoid muscle ดูจากข้างหลังซึ่งตัดเอาส่วนหลังของกระโหลกศีรษะออก)

กล้ามเนื้อของปาก และริมฝีปาก มี

Orbicularis oris (อยู่เป็นวงรอบปาก) กล้ามเนื้อนี้มีหลายชั้น อยู่เรียงซ้อน ๆ กันใต้ผิวหนัง ลงไปจนถึงเยื่อที่บุปาก แต่ละชั้น fiber ของมันทอดไปคนละทางบางมัดทอดเฉลียง บางอันทอดตรง fiber บางอันมาจากกล้ามเนื้อของหน้าบางมัดที่ไปเกาะที่ริมฝีปาก และ septum ของจมูก (ซึ่งนอกจากนั้นไปเกาะที่ขากรรไกรล่างและบน)

หน้าที่ช่วยหุบปาก และเคลื่อนไหวปาก เช่นเม้มปาก หรือกดริมฝีปากอันหนึ่งกับอีกอันหนึ่ง

Buccinator ตั้งต้นจาก alveolar process ของกระดูกขากรรไกรล่างและบน fiber ของมันทอดไปเกาะที่ orbicularis oris

หน้าที่ช่วยในการเคี้ยวอาหาร คือใช้แก้มดันอาหารที่ต้องการเคี้ยวให้เข้าไปอยู่ใต้ฟัน

Quadratus labii superioris เป็นกล้ามเนื้อบาง ๆ รูปสี่เหลี่ยมปลายล่ามแฉก ๆ ที่มันแหลมตั้งต้นจาก ส่วนบนของกรรไกรบน ทอดเฉลียงลงข้างล่างแยกออกเป็น ๒ ปลาย ปลายหนึ่งเกาะที่ alar cartilage อันใหญ่ และผิวหนังของจมูก อีกปลายหนึ่งเกาะที่ orbicularis oris แฉกที่มาจากใต้เบ้าตา ตั้งต้นจากบริเวณใต้เบ้าตา และอีกแฉกตั้งต้นจากบริเวณกระดูก zygomatic ทั้ง ๒ นี้ไปเกาะที่ orbicularis oris

Quadratus labii inferioris เป็นกล้ามเนื้อรูปสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ซึ่งทอดจากรอยเฉียงของกระดูกขากรรไกรล่าง ขึ้นข้างบนและเข้าข้างในไปเกาะที่ผิว ๆ ของริมฝีปากล่าง และ orbicularis oris

Caninus muscle ตั้งต้นจาก canine fossa ของขากรรไกรบน ไปเกาะที่ orbicularis oris

Mentalis muscle เป็นกล้ามเนื้อเล็กสั้น ๆ ที่ตั้งต้นจาก แอ่งที่อยู่ของฟันตัดของกระดูกขากรรไกรล่าง ไปเกาะที่ผิว ๆ ของคาง

Zygomaticus ตั้งต้นจากกระดูกโหนกแก้ม และทอดเฉียงไปเกาะที่ orbicularis oris

Triangularis เป็นกล้ามเนื้อแผ่นแบน ๆ ตั้งต้นจากรอยเฉียงของกระดูกขากรรไกรล่าง fiber ทอดไปเกาะที่ orbicularis oris

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๗๔)

(กล้ามเนื้อของลิ้นบางมัดที่มองจากด้านขวา)

Risorius ตั้งต้นจากพังผืดที่หุ้ม masseter muscle และทอดผ่านไปเกาะที่บริเวณ ผิว ๆ ของมุมปาก

หน้าที่ กล้ามเนื้อเหล่านี้แสดงสีหน้าต่าง ๆ ซึ่งแบ่งกันทำงานตามหน้าที่เป็นพวก ๆ คือไม่ทำพร้อมกันทุกมัด

กล้ามเนื้อของลิ้นมีเป็นคู่ ๆ เพราะอยู่ทางด้านซ้ายและด้านขวา โดยมี fibrous ที่แบ่งกึ่งกลางลิ้นลงไปจนถึงกระดูก hyoid และแต่ละด้านมีกล้ามเนื้ออยู่ ๒ พวก คือ extrinsic คือพวกที่มีการตั้งต้นจากข้างนอกลิ้น และ intrinsic เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ข้างในลิ้นนั้นเอง extrinsic muscle มี ๒ มัดคือ genioglossus และ styloglossus

Genioglossus ตั้งต้นจากเอ็นเล็ก ๆ ที่อยู่ตรงกระดูกขากรรไกรล่างมาต่อกันและแผ่ fiber ออกคล้ายพัด กล้ามเนื้อนี้มี apponeurosis บาง ๆ ของกระดูก hyoid ยึดไว้ fiber ไปเกาะที่ตรงกลาง และบริเวณเส้นผ่าศูนย์กลาง และพื้นล่างของลิ้น

หน้าที่ ช่วยเคลื่อนไหวของลิ้น เช่นหดลิ้น แลบลิ้น

ตลอดเวลาที่คนยาสลบ กล้ามเนื้อเหล่านี้ และกล้ามเนื้ออื่น ๆ บางมัด จะหย่อนตัวเต็มที่ ลิ้นมักจะตกไปปิดหลอดลมทางด้านหลัง เพราะฉะนั้นจึงต้องยก คางและดันไปข้างหน้า

นิดหน่อย เพื่อไม่ให้ลิ้นตกไป และหายใจสะดวก

กล้ามเนื้อของคอมี

Platysma เป็นกล้ามเนื้อแผ่นกว้าง ตั้งต้นจากผิวหนัง และพังผืดที่หุ้ม pectoral และ deltoid muscle และไปเกาะที่ขากรรไกรล่าง และกล้ามเนื้อที่อยู่มุม ๆ ปาก

หน้าที่ กดขากรรไกรล่างลง ทำให้ปากอ้า

Sternocleidomastoid กล้ามเนื้อนี้ชื่อมาจากที่ ๆ มันตั้งต้น และไปเกาะปลายที่มันตั้งต้นมี ๒ แฉก ซึ่งมาจากส่วนบนของกระดูกหน้าอก และริมด้านในของกระดูกไหปลาร้า ไปเกาะที่ mastoid ของกระดูกขมับ กล้ามเนื้อนี้คนที่ผอม ๆ เห็นชัดขึ้นเป็นสันเฉียง ๆ อยู่ข้าง ๆ คอแต่ละข้าง

หน้าที่ ถ้าข้างใดข้างหนึ่งทำงานทำให้ศีรษะเอนไปทางไหล่ด้านนั้น แต่ถ้ากล้ามเนื้อทั้งสองมัดนี้ทำงานพร้อมกัน ทำให้ศีรษะก้ม นอกจากนี้กล้ามเนื้อทั้งสองอันนี้ยังช่วยในการหายใจเข้า ถ้ากล้ามเนื้ออันใดอันหนึ่งผิดปกติ หรือเป็นอัมพาตไป เรียก Torticollis คือ คอผิดไปจากปกติ หรือเบี้ยวบิด (wryneck)

กล้ามเนื้อที่สำคัญ ๆ ของลำตัว แบ่งออกเป็นกล้ามเนื้อของหลังและของหน้าอก

กล้ามเนื้อของหลัง
- Trapezius
- lattissimus dorsi
- sacrospinalis
  - iliocastalis
  - longissimus
  - spinalis

กล้ามเนื้อของหลังจัดออกเป็นชั้น ๆ ได้ ๕ ชั้น ชั้นตื้นมีกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ อยู่ ๒ มัดเท่านั้น คือ trapezius กับ lattissimus dorsi ส่วนชั้นที่ลึกมี sacrospinalis

Trapezius เป็นกล้ามเนื้อแผ่นใหญ่รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่คลุมกล้ามเนื้ออื่น ๆ ของหลัง และคอตอนบน และคลุมส่วนบนของ lattissimus dorsi ด้วยตั้งต้นจากกระดูกท้ายทอย และ ligamentum nuchae และ spinous process ของกระดูกคออันที่ ๗ และกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๑๒ จากที่นี้ fiber จะทอดไปเกาะที่กระดูกไหปลาร้า และ acromion process กับ spine ของกระดูกสะบัก

หน้าที่ ถ้างอปลายด้านบน จะทำให้ยกไหล่ หรือเพื่อพยุงน้ำหนักของไหล่ ถ้ากล้ามเนื้อทั้งคู่หดตัว และไหล่อยู่ในที่เดิม ศีร์ษะจะเงย แต่ถ้ากล้ามเนื้อนี้หดตัวเพียงข้างเดียวจะทำให้ไหล่เอียงไปข้างนั้น แต่ถ้าหดตัวทั้งหมดจะทำให้ไหล่ห่อ

Lattissimus dorsi ตั้งต้นจากกระดูกสันหลังตอนอก ท่อนที่ ๗ ถึงท่อนที่ ๑๒ และตอนกลางของ lumbodorsal fascia และ spine ของกระดูกสันหลังตอนเอวและก้น และค่อนข้างหลังของ iliac crest และจากกระดูกซี่โครง ๓–๔ ซี่ข้างล่าง ส่วนปลายของกล้ามเนื้อแยกออกเป็นแฉก ไปเกาะที่ intertubular groove ของกระดูกต้นแขน

หอสมุดแห่งชาติ ... ศิลปากร ... เฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๗๕)

(ภาพของกล้ามเนื้อของหลังบางมัด)

หน้าที่ยกแขนลง และเบนไปทางข้าง และช่วยหมุนแขนเข้าข้างใน

Sacrospinalis ตั้งต้นจากกระดูกก้นทางด้านหลังส่วนล่าง และด้านหลังของ iliac crest และจาก spine ของกระดูกเอวทั้งหมด กับกระดูกสันหลังตอนหน้าอกอันที่ ๑๑ และ ๑๒ ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เมื่อทอดขึ้นไปถึง ตอนบนของบั้นเอวแบ่งออกเป็นมัดเล็ก ๆ ๓ มัด เรียก iliocostalis ซึ่งอยู่ทางด้านข้าง ๆ ของลำตัวมี spinalis อยู่ทางด้านในของลำตัว มัดที่อยู่กลางเรียก longissimus

กล้ามเนื้อเหล่านี้ยึดติดกับกระดูกซี่โครงและกระดูกสันหลังท่อนต่าง ๆ ตั้งแต่ล่างจนถึงกระดูกท้ายทอย และ mastoid process ของกระดูกขมับ เมื่อกล้ามเนื้อเหล่านี้ถึงหลังมันไม่ได้เป็นมัดเดียว หรือท่อนเดียวกันตลอดปลายมันเกยกัน และเกาะเหลื่อม ๆ กัน

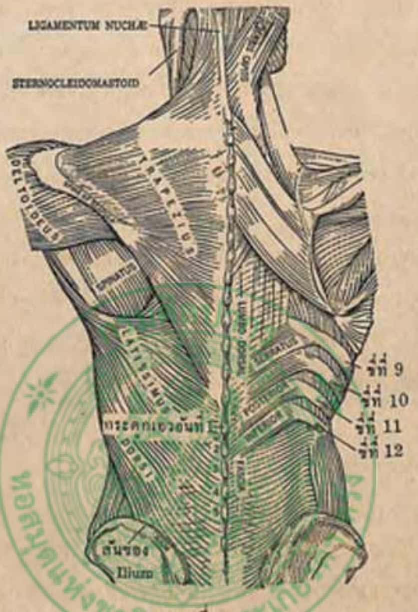
หน้าที่ ช่วยให้กระดูกสันหลังตั้งตรง และอยู่ในท่าปกติ

กล้ามเนื้อของหน้าอกมี pectoralis major
pectoralis minor
serratus anterior (serratus magus)

Pectoralis major ตั้งต้นจากกึ่งกลางด้านหน้าของกระดูกไหปลาร้าและด้านหน้าของกระดูกหน้าอก กระดูกอ่อนของซี่โครงแท้ และทั้งมัดของ external oblique fiber ของมันรวมกันเป็นมัด ปลายของมันเป็นเอ็น ๆ นี้ไปเกาะที่ต้นของ greater tubercle ของกระดูกต้นแขน

หน้าที่ ถ้ายกแขน กล้ามเนื้อนี้ทำงานร่วมกับ กล้ามเนื้ออื่น ๆ (เช่น lattissimus dorsi กับ teres major) โดยดึงแขนลงชิดหน้าอก แต่ถ้ามันทำงานลำพังมันเอง จะช่วยดึงแขนให้ชิดกับลำตัว หรือทำหน้าที่ adduct และพาดแขนข้ามหน้าอก และหมุนแขนเข้าข้างในลำตัว

Pectoralis minor อยู่ข้างใต้ และถูก pectoralis major คลุมเกือบหมด ตั้งต้นจากริมบน และด้านนอกของกระดูกซี่โครงอันที่ ๒–๔ และ ๕ ใกล้ ๆ กับกระดูกอ่อนของซี่โครงไปเกาะที่ coracoid process ของกระดูกสะบัก

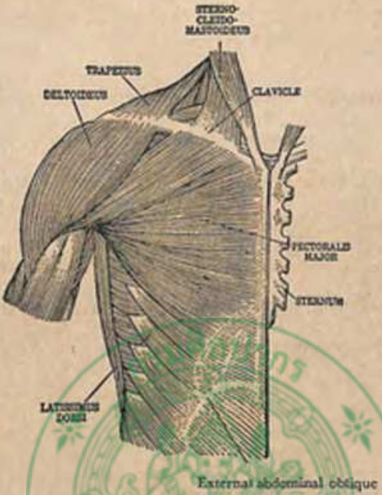


(รูปที่ ๗๖)

(แสดงกล้ามเนื้อของไหล่ และของหลัง)

หน้าที่ ดึงให้ต่ำลงและหมุนกระดูกสะบักข้างล่าง ในการหายใจเข้านั้น pectoral muscle ช่วยยกซี่โครงขึ้น ซึ่งทำให้หน้าอกขยาย

serratus anterior ตั้งต้นจากริมบน และด้านนอกของกระดูกซี่โครงอันที่ ๘ หรือ ๙ และจาก intercostal ที่อยู่ระหว่างกระดูกซี่โครง fiber จะผ่านขึ้นข้างบน และไปทางข้างหลัง ไปเกาะที่ส่วนต่าง ๆ ของกระดูกสะบัก



(รูปที่ ๗๗)

(กล้ามเนื้อที่อยู่ตื้นของด้านหน้าของหน้าอก และไหล่ด้านขวา)

หน้าที่ ช่วยยึดกระดูกสะบัก และช่วย trapezius ในการพะยุงน้ำหนักของไหล่ และช่วย deltoid ในการยกแขน

กล้ามเนื้อของทรวงอกมี external intercostals

Internal intercostals

Levatores costarum

Intercostal muscle เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ระหว่างซี่โครง กล้ามเนื้อแต่ละอันมี ๒ ชั้น คือชั้นนอก กับชั้นใน และแต่ละข้างของทรวงอกมีช่องระหว่างซี่โครง ๑๑ ช่อง แต่ละช่องมีกล้ามเนื้ออยู่ ๒ มัด fiber ของกล้ามเนื้อเหล่านี้ทอดสลับกันคนละทาง

External intercostals ทอดจาก tubercle ของกระดูกซี่โครงทางด้านหลังไปยังกระดูกอ่อนของซี่โครงทางด้านหน้า ปลายมันเป็นแผ่นเยื่อซึ่งไปต่อกับกระดูกหน้าอก แต่ละมัดตั้ง

ตั้นจากริมล่างของกระดูกซี่โครง ไปเกาะที่ริมข้างบนของซี่โครงอันล่าง fiber ของมันทอดเฉียงลงข้างล่าง

Internal intercostals ทอดจากกระดูกหน้าอกถึงส่วนโค้งของซี่โครงไปยึดกับกระดูกสันหลังโดย aponeurosis บาง ๆ แต่ละอันของมันตั้งต้นจากด้านในของกระดูกซี่โครงไปเกาะที่ริมบนของกระดูกซี่โครงซี่ล่างของมัน fiber ของมันทอดเฉียงลงข้างล่าง แต่คนละด้านกับ external intercostals

หน้าที่ ทั้ง external กับ internal intercostals จะหดตัวพร้อมกันในเวลาที่มีการหายใจ เพื่อป้องกันไม่ให้ช่องว่างระหว่างซี่โครงอ้ามากเกินไป ซึ่งจะทำให้มันดันออกข้างนอก หรือเข้าข้างใน บางทีก็กล่าวว่าช่วยในการหายใจ

(รูปที่ ๗๘)

(Intercostal muscles หน้าผนังด้านขวาของทรวงอก)

Levatores costarum เป็นกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ ๑๒ ชิ้น ซึ่งตั้งต้นจาก tranverse process ของกระดูกคออันที่ ๗ กับกระดูกสันหลังตอนหน้าอกอันที่ ๑๑ ทอดเฉียงออกข้างนอกและลงข้างล่าง คล้าย ๆ กับ external intercostals แต่ละอันของกล้ามเนื้อนี้ไปเกาะที่ด้านนอกของซี่โครง ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำกว่าตอนที่มันเริ่มต้นที่กระดูกสันหลัง

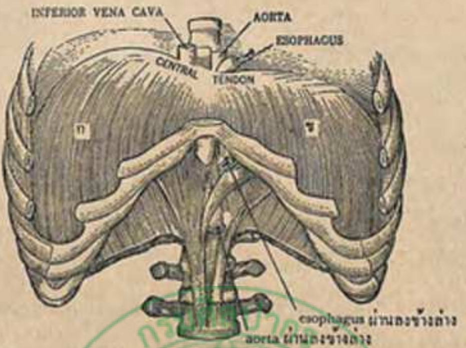
หน้าที่ กล้ามเนื้อนี้ทำหน้าที่โดยตรงกับซี่โครงนิดหน่อยเท่านั้น แต่ช่วยในการเอี้ยวตัวและเอียงลำตัว โดยการบิดและเอียงกระดูกสันหลังออกข้าง ๆ

กะบังลม หรือ Diaphragm เป็นรูปโค้ง ๆ ซึ่งทำให้ฐานของช่องอกนูนขึ้น และทำให้ส่วนบนของช่องท้องเว้าเข้าไป กะบังลมนี้เป็น musculofibrous

fiber ของกล้ามเนื้อที่อยู่ข้างนอกตั้งต้นจากรอบ ๆ บริเวณพื้นล่างของทรวงอก และไปเกาะที่ central tendon fiber ของมันแยกออกเป็น ๓ พวก แล้วแต่ origin ของมัน มี sternal ซึ่งตั้งต้นจากด้านหลังของ xiphoid process และ costal ตั้งต้นจากกระดูกอ่อนทั้งสองข้างของกระดูกซี่โครง ๖ ซี่ล่าง และ lumbar ซึ่งตั้งต้นจาก lumbocostal arches และกระดูกเอว fiber ทอดไปรวมกันตรงกลาง

กะบังลมมีช่องเปิดใหญ่ ๆ ๓ ช่อง คือ Esophageal เป็นทางผ่านของหลอดอาหาร (หลอดอาหารตอนที่อยู่ระหว่างโคนลิ้นถึงต้นกะเพาะอาหาร เรียก esophagus) กับเป็นทางผ่านของ esophageal arteries บางเส้นกับ vagus nerve และ aortic ซึ่งเป็นทางผ่านของ aorta (เส้นโลหิตแดงใหญ่) กับ azygos vein กับ thoracic duct นอกจากนั้นมี Vena caval ซึ่งเป็นทางผ่านของ interior vena cava (เส้นโลหิตใหญ่ ตัวใหญ่ที่รับโลหิตเสียจากส่วนล่างของร่างกาย เพื่อจะนำเข้าสู่หัวใจ) กับแขนงของ phrenic nerve ทางด้านขวาบางเส้น ตรงกลางด้านบนของกะบังลมนูนขึ้นสูงเพื่อไปพยุงหัวใจ ส่วนทางด้านข้าง ๆ ก็เป็นที่อยู่ของปอดขวาและซ้าย ทางด้านขวาจะนูนสูงกว่าทางด้านซ้ายนิดหน่อย เพราะข้างล่างเป็นที่อยู่ของ ตับ กะเพาะอาหาร ตับอ่อน ม้าม และไต

หน้าที่ เป็นกล้ามเนื้อสำคัญที่เกี่ยวกับการหายใจ เพราะเมื่อส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อหดตัว central tendon จะดันลง ทำให้ส่วนยาวของช่องอกเพิ่มขึ้น



(รูปที่ ๗๘)

(รูปกะบังลม มองจากด้านหน้า ใต้บริเวณ ก. เป็นที่อยู่ของตับ ใต้บริเวณ ข. เป็นที่อยู่ของ cardiac end ของกะเพาะอาหาร)

กะบังลมช่วยกล้ามเนื้ออื่น ๆ ในการดันซี่โครง เพื่อให้อากาศออกจากปอดในการหายใจออก และช่วยกดช่องท้อง ช่วยในการขับถ่ายอุจจาระ และปัสสาวะ นอกจากนั้นช่วยกดดันหน้าท้องในเวลาคลอด และขับสิ่งที่อยู่ในกะเพาะอาหารออกมาทางปากในเวลาอาเจียร

กล้ามเนื้อของท้อง

กล้ามเนื้อของท้อง แบ่งออกเป็นสองพวก คือพวกที่อยู่ด้านหน้า และข้าง ๆ ของลำตัวเรียก anterolateral และพวกที่อยู่ด้านหลัง หรือ posterior

Anterolateral มี External oblique

Internal oblique

Transversus

Rectus abdominis

Pyramidalis

Posterior มี psoas major

psoas minor

Iliacus

Quadratus lumborum

External หรือ descending oblique เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ตื้น ๆ และแข็งแรงที่สุดของกล้ามเนื้อท้อง ตั้งต้นจากด้านนอกของซี่โครง ๘ ซี่ ข้างล่าง fiber จากซี่โครงที่ล่างที่สุด ผ่านลงข้างล่างไปเกาะที่ครึ่งหนึ่งของ iliac crest ทางด้านหน้า ส่วน fiber ที่อยู่ตอนกลาง ๆ และข้างบนผ่านลงข้างล่าง และรี่ไปทางด้านหน้า ซึ่งไปบรรจบกับมัดที่อยู่ตรงกันข้าม โดยไปเกาะกับ aponeurosis แผ่นกว้างที่ชื่อ Linea alba ที่คลุมด้านหน้าของท้องทั้งหมด ระหว่าง anterior superior iliac spine และ pubic tubercle (spine ของกระดูกที่ยื่นออกมาริมบนของ body ของ pubic มี ligament ทอดผ่าน) เรียก inquinal ligament

Internal หรือ ascending oblique อยู่ใต้ external oblique ตั้งต้นจาก inquinal ligament และต้นของกระดูก ilium และ lumbodorsal fascia ไปเกาะที่กระดูกอ่อน ซี่โครงของซี่โครง ๖ ซี่ข้างล่าง กับ linea alba และต้นของกระดูกหัวเหน่า

Transversus เป็นกล้ามเนื้ออยู่ใต้ internal oblique อีกที fiber ตั้งต้นจากกระดูกอ่อนซี่โครง ๖ ซี่ข้างล่าง และ lumbodorsal fascia และ ๓/๔ ทางด้านหน้าของ iliac crest และข้างของ inquinal ligament ส่วนใหญ่ของ fiber เหล่านี้ทอดไปตามขวางของลำตัวไปเกาะที่ข้างหน้าของ aponeurosis แผ่นใหญ่ (ซึ่งไปยึดกับ linea alba อีกที) และต้นของกระดูกหัวเหน่า

(รูปที่ ๙๐)

(แสดงกล้ามเนื้อที่ชื่อ Rectus abdominis กับ oblique internus ที่อยู่ด้านขวา)

Rectus abdominis เป็นกล้ามเนื้อรูปยาวแบน fiber ทอดตามยาว อยู่ข้างหน้าของหน้าท้อง หุ้มด้วยเยื่อที่ต่อมาจาก aponeurosis ของ internal oblique กับ internal oblique และ transversus muscle ตั้งต้นจากกระดูกหัวเหน่า และ ligament ที่อยู่ข้างหน้าของ symphysis pubis ไปเกาะที่กระดูกอ่อนของซี่โครงที่ ๕ ๖ และ ๗ แยกออกเป็นข้างขวาและซ้ายโดย linea alba

หน้าที่ของกล้ามเนื้อนี้หดตัว ทำให้กะบังลมกดลงข้างล่าง ช่องท้องจึงเล็กลงอวัยวะภายในจึงถูกบีบ เพราะฉะนั้นกล้ามเนื้อนี้จึงช่วยในการคลอด (parturition) การถ่ายอุจ-จาระ (defecation) ถ่ายปัสสาวะ (micturition) และเวลาอาเจียร (emesis) นอกจากนี้ยังช่วยในการหายใจออก และยื่นหน้าอก ถ้ากล้ามเนื้อข้างใดข้างหนึ่งหดตัว ลำตัวจะเอียงไปทางข้างนั้น

Linea alba เป็นเส้นเอ็นขาวๆ อยู่ตรงกลางของท้องซึ่งเป็นที่รวมของ ap oneurosis ที่ทอดเฉียง ๆ ทั้ง ๒ ข้าง และกล้ามเนื้อ transversus ทั้ง ๒ ข้างเส้นนี้ขึงจาก xiphoid process ถึง symphysis pubis ข้างบนกว้างกว่าข้างล่างนิดหน่อย และเมื่อมาถึงสะดือ มันจะอ้อมสะดือทั้ง ๒ ข้างลงไปข้างล่าง

Pyramidalis muscle ตั้งต้นจากข้างหน้าของหัวเหน่าไปเกาะกึ่งกลางของ linea alba ที่อยู่ระหว่างสะดือกับหัวเหน่า หุ้มด้วยเยื่ออันเดียวกับ rectus แต่อยู่ข้างหน้ากว่า

หน้าที่ ถ้ากล้ามเนื้อนี้หดตัวจะช่วยให้ linea alba ตึง

Inguinal canal เป็นร่องเล็ก ๆ ยาวประมาณ ๔ ซม. (๑ ๑/๒ นิ้ว) ขนานอยู่ข้างบน inguinal ligament นิดหน่อย มีช่องเปิดข้างในเรียกว่า abdominal inguinal ring ตอนกึ่งกลางระหว่าง anterior superior iliac spine กับ symphysis pubis และอยู่ในผนังผิดของ transversus muscle อีกที่ ทางเปิดด้านนอกของ canal นี้เรียก subcutaneous inguinal ring ซึ่งเป็นทางเปิดที่อยู่ข้างในเอ็นของ external oblique ตรงที่อยู่ข้างบน และอยู่ด้านนอกของกระดูกหัวเหน่า canal นี้ในผู้ชายเป็นทางผ่านของ spermatic cord ส่วนในผู้หญิงเป็นทางผ่านของ round ligament

บริเวณหน้าท้องที่ไม่แข็งแรงแน่นหนานั้นมี ตรง inguinal กับ inguinal ring ที่อยู่ใต้ผิวหนัง (ที่อธิบายข้างบน) และที่สะดือ และทางเปิดที่อยู่ข้างหลังของ inguinal ligament ที่เรียก femoral ring มักเป็นที่ ๆ ทำให้เกิดไส้เลื่อน หรือ hernia

Hernia หมายถึงการไหลเลื่อนของบางส่วนของอวัยวะในช่องต่าง ๆ ของร่างกายให้ยื่นออกมาภายนอก ตามความหมายนี้เรามักจะหมายถึงลำไส้หรือ mesentery เลื่อนออกจากที่ใดที่หนึ่งของบริเวณหน้าท้องที่ไม่แน่นหนาที่กล่าวข้างบน ถ้าเกิดที่ตรงสะดือก็มักจะเรียกว่า umbilical hernia ถ้าเกิดที่ inguinal ring ก็เรียก inguinal hernia ถ้าเกิดที่ femoral ring ก็เรียก femoral hernia, inguinal canal นี้ในผู้ชายจะใหญ่กว่าในผู้หญิง เพราะฉะนั้นมักจะพบ inguinal hernia ในผู้ชายมาก (ถ้ากระโหลกศีรษะแตก และสมองไหลออกมา มักเรียก hernia of brain

ส่วนกล้ามเนื้อที่ชื่อ psoas major, psoas minor กับ iliacus จะได้อธิบายรวมกับกล้ามเนื้อของขา

Quadratus lumborum ตั้งต้นจากส่วนหลังของ iliac crest และ iliolumbar ligament (ซึ่งยึดระหว่างอุ้งเชิงกรานกับกระดูกสันหลัง) และไปเกาะริมล่างของซี่โครงซี่ที่ ๑๒ และ transverse process ของกระดูกเอว ๔ ท่อนข้างบน กล้ามเนื้อนี้อยู่ข้างหลังของลำไส้ใหญ่ ไต และ psoas major กับ psoas minor

หน้าที่ เป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจเข้า โดยช่วยยึดริมนอกของกะบังลมและช่วยงอกระดูกสันหลัง

กรมศิลปากร

กล้ามเนื้อของอุ้งเชิงกราน	กล้ามเนื้อของกะโพก (Hip bone)	obturator internus obturator externus
	กล้ามเนื้อของอุ้งเชิงกราน (pelvic diaphragm)	levator ani coccygeus

กล้ามเนื้อของ hip joint จะอธิบายกับกล้ามเนื้อของขา เพราะมันเป็นส่วนหนึ่งของอุ้งเชิงกราน และอยู่ข้างหลังกะโพกทั้ง ๒ อย่าง

Levator ani เป็นกล้ามเนื้อแผ่นแบนบาง ซึ่งยึดกับด้านในของอุ้งเชิงกรานแท้ ทางด้านหน้าตั้งต้นจากด้านหลังของ body ของกระดูกหัวเหน่า ด้านหลังจาก spine ของกระดูก ischium และ obturator fascia ซึ่งขึงอยู่ระหว่างจุดทั้งสองนี้ ด้านหลังนั้นเกาะที่ข้าง ๆ กระดูกก้นกบ และ median fibrous แบน ๆ ยาว ๆ ที่ขึงอยู่ระหว่างกระดูกก้นกบกับช่องเปิดของทวารหนัก fiber พวกที่อยู่ตอนกลางไปเกาะที่ทวารหนัก และ fiber ตอนหน้าไปเกาะที่ฝีเย็บ (perineum)

Coccygeus muscle อยู่ข้างหลัง levator ani ตั้งต้นจากต้นของกระดูก ischium ไปเกาะที่กระดูกก้นกบ และข้าง ๆ ของกระดูกก้น

หน้าที่ กล้ามเนื้อเหล่านี้ประกอบกันเข้าเป็นพื้นของอุ้งเชิงกราน ซึ่งช่วยพยุงอวัยวะภายในอุ้งเชิงกรานไว้ levator ani บีบตรงปลายล่างของทวารหนัก และช่องคลอด

กล้ามเนื้อของแขน (Upper extremities)

กล้ามเนื้อที่อยู่ตื้น ๆ ของลำตัวหลายมัดจัดเข้าอยู่ในจำพวกกล้ามเนื้อของแขนเพราะหน้าที่ของมันเกี่ยวกับดึงแขนส่วนบนให้ติดกับลำตัว และเคลื่อนไหวไหล่ และแขนส่วนบน กล้ามเนื้อที่อยู่ตื้น ๆ เหล่านี้ที่สำคัญมี ๒ แห่งคือ trapezius กับ latissimusdorsi ที่คลุมอยู่ด้านหลังกับ pectoralis major และ pectoralis minor ที่คลุมอยู่ด้านหน้าของหน้าอก

กล้ามเนื้อของแขนอาจจะแบ่งออกได้เป็นดังนี้คือ

กล้ามเนื้อที่ติดต่อระหว่างแขนกับกระดูกสันหลังมี

— Traperius

— Latissimus dorsi

— Rhomboideus major

— Rhomboideus minor

— Levator scapulae

Rhomboideus major ตั้งต้นจาก spine ของกระดูกสันหลังตอนหน้าอก ๔ หรือ ๕ อันแรก ไปเกาะที่ริมของกระดูกสะบักด้านที่ต่อกับกระดูกสันหลัง และมุมล่างของกระดูกสะบัก

Rhomboideus minor ตั้งต้นจากส่วนล่างของ ligamentum nuchae และจาก spinous process ของกระดูกคออันสุดท้ายกับของกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๑ ไปเกาะที่ริมของกระดูกสะบักด้านที่ต่อกับกระดูกสันหลัง และปลายล่างของ spine ของกระดูกนี้

หน้าที่ ทำให้มุมล่างของกระดูกสะบักเบนไปข้างหลังและขึ้นข้างบน ทำให้แขนหมุนเล็กน้อย

Levator scapulae ตั้งต้นจากกระดูกคอ๔ หรือ๕ ชิ้น แรกไปเกาะที่ริมของกระดูกสะบักตอนที่ต่อกับกระดูกสันหลัง ระหว่างมุมของกระดูกนี้ที่อยู่ด้านใน และปลาย spine ของกระดูกสะบัก หน้าที่ช่วยยกกระดูกสะบักขึ้น

กล้ามเนื้อที่ติดต่อระหว่างแขนกับ

ผนังอกด้านหน้าและด้านข้างมี — pectoralis major

— pectoralis minor

— seratus anterior

— subclavius

กล้ามเนื้อสามมัดที่อยู่ข้างบนได้อธิบายมาแล้ว

Subclavius ตั้งต้นจากรอยต่อของกระดูกซี่โครงซี่แรกกับกระดูกอ่อนของมันไปเกาะตรงร่องของกระดูกที่อยู่พื้นด้านล่างของกระดูกไหปลาร้า

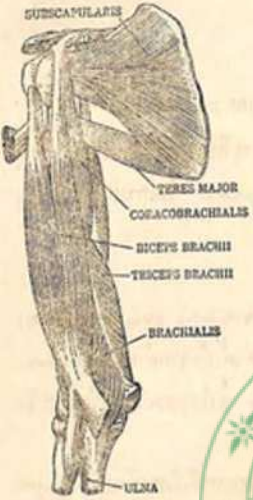
หน้าที่ กดไหล่ลง

กล้ามเนื้อของไหล่
- deltoid
- subscapularis
- supraspinatus
- infraspinatus
- teres minor
- teres major

Deltoid (deltoideus) เป็นกล้ามเนื้อรูปสามเหลี่ยมหนาที่คลุมตรงข้อต่อตรงไหล่ ตั้งต้นจากกระดูกไหปลาร้าและ acromion process และ spine ของสะบักไปเกาะที่ด้านข้างของ body ของกระดูกต้นแขน

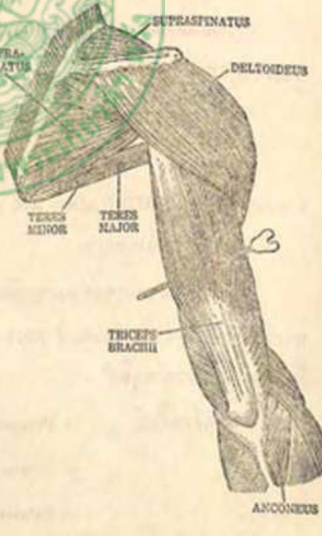
หน้าที่ ยกแขนออกห่างจากลำตัว (abduction) หรือยกแขนให้เป็นมุมฉากกับลำตัว

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๙๑)
(กล้ามเนื้อที่อยู่ด้านหน้าของไหล่ และแขนขวา)

กรมศิลปากร



(รูปที่ ๙๒)
(กล้ามเนื้อทางด้านหลังของไหล่และแขนขวา)

กล้ามเนื้อของแขนส่วนบนมี — biceps brachii

— triceps brachii

— coracobrachialis และ Brachialis

Biceps (biceps brachii) ปลายที่ตั้งต้นมี ๒ แฉก ๆ ที่ยาวตั้งต้นจากปุ่มกลมที่อยู่ริมบนของ glenoid cavity แฉกที่สั้นตั้งต้นจาก coracoid process ไปเกาะที่ปุ่มกลมของกระดูก radius

หน้าที่ ทำให้งอข้อศอกและหงายมือ

Triceps ปลายที่ตั้งต้นมี ๓ แฉก ๆ ที่ยาวที่สุดตั้งต้นจาก infra glenoid tuberosity ของกระดูกสะบัก ส่วนแฉกที่อยู่ด้านข้างและด้านในของลำตัวตั้งต้นจากด้านหลังของ body ของกระดูกต้นแขน ใยของกล้ามเนื้อไปสิ้นสุดที่ aponeurosis ซึ่งไปรวมกันตรงข้อศอก ไปเกาะที่ olecranon ของกระดูก ulna

หน้าที่ เป็นกล้ามเนื้อจำพวกที่เหยียดปลายแขน และทำหน้าที่ตรงข้ามกับ biceps

coracobrachialis ตั้งต้นจาก coracoid process ของกระดูกสะบักไปเกาะที่กึ่งกลางของกระดูกต้นแขน

หน้าที่ ให้แขนห้อยลงข้างลำตัว

Brachailis ตั้งต้นจากด้านหน้าและครึ่งหนึ่งของส่วนล่างของกระดูกต้นแขนไปเกาะที่ tuberosity ของกระดูก ulna และ coranoid process

หน้าที่ งอปลายแขน

กล้ามเนื้อของแขนท่อนล่างมักจะเรียก antibrachial และแบ่งออกเป็นกล้ามเนื้อพวกที่อยู่ทางด้านฝ่ามือ (volar) และทางด้านหลัง พวกทางฝ่ามือต่อไปจะแบ่งออกเป็นพวกที่อยู่ตื้น และพวกที่อยู่ลึก

พวกที่อยู่ตื้นมี — Pronator teres

— Flexor carpi radialis

— Palmaris longus

— Flexor carpi ulnaris

— Flexor digitorum sublimis

พวกที่อยู่ลึกมี — Flexor digitorum profundus

— Flexor pollicis longus

— pronator quadratus

กล้ามเนื้อเหล่านี้ตั้งต้นจาก medial epicondyle ของกระดูกต้นแขน และจากด้านหน้าของ radius และ ulna ใกล้กับข้อศอกไปเกาะที่ body ของ radius และที่กระดูกข้อมือ และกระดูกฝ่ามือ (รายละเอียดดูตอนสรุปได้)

กล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหลังก็แบ่งออกเป็น พวกที่อยู่ตื้น และลึกเหมือนกัน

พวกที่อยู่ตื้นมี — Brachioradialis

— Extensor carpi radialis longus

— Extensor carpi radialis brevis

— Extensor digitorum communis

— Extensor digiti quinti proprius

— Extensor carpi ulnaris ,and Anconeus

พวกที่อยู่ลึกมี — Supinator

— Abductor pollicis longus

— Extensor pollicis longus

— Extensor pollicis brevis

— Extensor indicis proprius

กล้ามเนื้อเหล่านี้ตั้งต้นจาก lateral epicondyle ของกระดูกต้นแขนและพื้นด้านหลังของ ulna และ radius ไปเกาะที่ body ของ radius และกระดูกฝ่ามือ และนิ้วมือ

หน้าที่ เหยียดข้อศอกหรือเหยียดแขน และเอาแขนมาชิดกับลำตัว และเอาข้อมือออกห่างจากลำตัว เหยียดนิ้วและหงายมือ

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

(รูปที่ ๘๓)

(แขนขวาท่อนบนตัดตรงกลางตามขวาง)

กล้ามเนื้อของมือแบ่งออกเป็น ๓ จำพวก คือ (๑) กล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านข้าง ๆ ของฝ่ามือหรือกล้ามเนื้อของหัวแม่มือ กล้ามเนื้ออยู่ทางด้านกระดูก radius หรือเป็นโคกฝ่ามือด้านหัวแม่มือ (๒) กล้ามเนื้อของฝ่ามือที่อยู่ทางด้านในชิดกับลำตัวหรือของนิ้วก้อย เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านกระดูก ulna หรือเป็นปุ่มโคกฝ่ามือด้านนิ้วก้อย และ (๓) กล้ามเนื้อที่อยู่ระหว่างกลางที่กล่าวมาแล้ว หรืออยู่ตรงกลางของฝ่ามือ โดยอยู่ระหว่างกระดูกฝ่ามือ

หน้าที่ กล้ามเนื้อเหล่านี้ทำหน้าที่เกี่ยวกับเหยียดหัวแม่มือ กับนิ้วมือ มีเอ็นทอดผ่านทางหลังนิ้วจนถึงปลายนิ้ว

กล้ามเนื้อของขา (Lower extremities) ถ้าจะเปรียบเทียบอย่างหยาบ ๆ จงสังเกตว่ากล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้างหน้าของไหล่ ต้นแขนและปลายแขน กับกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหลังของตะโพก ต้นขาและขา นั้นคล้าย ๆ กัน แต่กล้ามเนื้อของตะโพกต้นขาและปลายขานั้นใหญ่ และใยของมันหยาบกว่ากล้ามเนื้อของไหล่ แขนเหล่านั้น

กล้ามเนื้อของขา แบ่งออกเป็นตอน ๆ ดังนี้คือ

กล้ามเนื้อบริเวณกระดูก ilium มี Psoas major

Psoas minor

Iliacus

Psoas major (magnus) ตั้งต้นจาก bodies และ tranverse process ของกระดูกสันหลังตอนอกชิ้นสุดท้าย และกระดูกตอนเอวทั้งหมด (ซึ่งรวมกระดูกอ่อนที่อยู่ระหว่างกระดูกเหล่านั้น) ใยของกล้ามเนื้อทอดลงข้างล่าง และไปข้างหน้า ไปเกาะที่ lesser trochanter ของกระดูกต้นขา

Psoas minor ตั้งต้นจาก body ของกระดูกสันหลังตอนหน้าอกอันที่ ๑๒ และกระดูกเอวอันที่ ๑ (รวมกระดูกอ่อนที่อยู่ระหว่างมันด้วย) ไปเกาะที่ pectineal line กับ iliac fossa

Iliacus ตั้งต้นจาก iliac crest และ fossa ใยของกล้ามเนื้อทอดไปเกาะที่ด้านข้าง ๆ ของเอ็น ของ psoas major และ body ของกระดูกต้นขา ตรงข้างหน้า และต่ำกว่า lesser trochanter (ดูรูป ๗๕)

หน้าที่ psoas major และ iliacus ทำงานร่วมกันเป็นกล้ามเนื้ออันเดียว โดยการงอพับข้อต่อตรงโคนขา ส่วน psoas minor เป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยดึง iliac fascia ให้ตึง

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

กล้ามเนื้อบริเวณก้นมี Gluteus maximus
Gluteus minimus
Gluteus medius
Tensor fasciae latae
Piriformis
Obturator internus
Obturator externus
Gemellus superior
Gemellus inferior

Gluteus maximus ตั้งต้นจาก $\frac{1}{4}$ ทางด้านหลังของ iliac crest กับด้านหลังของกระดูกก้นส่วนล่าง และข้าง ๆ ของกระดูกก้นกบ และ aponeurosis ของ sacrospinalis กับ gluteus medius ไปเกาะที่ fascia lata และ gluteal ridge และปลายบนของ linea aspera ของกระดูกต้น

ขา fascia lata เป็นพังผืดรูปคล้ายท่อ ซึ่งทอดจากริมบนที่สุดของต้นขา ถึงปุ่มยื่นของกระดูกรอบๆเข่า และเลยเป็นปลอกหุ้มข้อต่อของข้อเข่า เป็น fascia ที่หนา และแข็งแรงมาก ตรงบริเวณ gluteus maximus และ tensor fasciae latae นั้น fascia นี้จะแยกออกเป็น ๒ ชั้น

(รูปที่ ๘๕)

(กล้ามเนื้อทางด้านหลังของปลายแขนและมือขวา)

หน้าที่ เหยียดขาท่อนบน และหมุนออกข้างนอก

Gluteus medius กับ gluteus minimus อยู่ข้างใต้ gluteus maximus ซึ่งถูกคลุม

เกือบมิด ตั้งต้นจากด้านนอกของ ilium ไปเกาะที่ great trochanter

หน้าที่ เอาขาออกห่างจากเส้นผ่าศูนย์กลางของลำตัว และหมุนขาเข้าข้างใน

Tensor fasciae latae ตั้งต้นจากส่วนต่างของ iliac crest ไปเกาะที่ fascia lata ที่แยกออกเป็น ๒ ชั้น ประมาณ ๑/๓ จากต้นขาลงมา

หน้าที่ ทำให้ fascia lata ตึงและเอาต้นขาถ่างออกจากลำตัว และหมุนเข้าข้างใน

Piriformis ตั้งต้นจากด้านหน้าของกระดูกก้น ผ่านออกข้างนอกของอุ้งเชิงกรานไปเกาะที่ริมบนของ great trochanter

(รูปที่ ๙๕)

(แสดงกล้ามเนื้อ psoas, iliacus และ obturator externus)

หน้าที่ ช่วยหมุนพื้นของอุ้งเชิงกราน และหมุนต้นขา ออกทางด้านนอก

Quadratus femoris ตั้งต้นจาก tuberosity ของกระดูก ischium ไปเกาะที่ ส่วนบนของ linea quadrata

(รูปที่ ๘๖)

(กล้ามเนื้อของ gluteus maximus ทางด้านขวา)

หน้าที่ หมุนต้นขาออกทางด้านนอก

Obturator externus ตั้งต้นจากด้านในของผนังอุ้งเชิงกราน ตรงบริเวณที่อยู่กึ่งกลางระหว่างด้านหน้ากับด้านข้างและส่วนใหญ่ของ obturator foramen และด้านในของเยื่อที่ขึง foramen นี้ไปเกาะที่ greater trochanter ที่อยู่ด้านในของลำตัว

หน้าที่ หมุนต้นขาออกทางด้านนอก

Obturator externus ตั้งต้นจากกระดูกบริเวณที่อยู่รอบ obturator foramen และจากด้านนอกเยื่อที่ขึง foramen นี้ใยของกล้ามเนื้อนี้ไปรวมกันในที่สุดเป็นเอ็น ๆ นี้ไปเกาะที่ fossa ที่อยู่ตรงฐานของ great trochanter (trochanteric fossa)

หน้าที่ ช่วยพยุงพื้นของอุ้งเชิงกราน และหมุนต้นขาออกด้านนอก

Gemellus superior ตั้งต้นจากต้นของกระดูก ischium และริมของ lesser sciatic notch ไปเกาะที่ great trochanter ด้านใน

Gemellus inferior ตั้งต้นจากริมบนและริมในของ ischial tuberosity ไปเกาะที่ gemmellus superior

หน้าที่ ทำร่วมกับ obturator internus

กล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหน้าของต้นขามี

Sartorius

Quadriceps femoris Rectus femoris

Vastus lateralis

Vastus medialis

Vastus intermedius

Sartoris ตั้งต้นจาก anterior superior spine ของกระดูก ilium ไปเกาะที่ ส่วนบนทางด้านในของ body ของกระดูก tibia

หน้าที่ งอเข่าและต้นขา และหมุนขาส่วนบนออกข้างนอก

Quadriceps femoris หรือ เรียก Quadriceps extensor เป็นกล้ามเนื้อที่คลุมอยู่ทางด้านหน้า และด้านข้างของต้นขา กล้ามเนื้อนี้แยกออกเป็นมัดเล็ก ๆ สี่มัดคือ

(๑) Rectus femoris ตั้งต้นโดยเอ็น ๒ เอ็น ๆ หนึ่งจาก anterior inferior iliac spine อีกเอ็นหนึ่งจากร่องที่อยู่ข้างบนขอบของ acetabulum

(๒) Vastus lateralis (vastus externus) ตั้งต้นโดย aponeurosis แผ่นใหญ่ที่มาจาก great trochanter และ linea aspera ของกระดูกต้นขา

(๓) Vastus medialis (vastus internus) ตั้งต้นจากตรงกลางของ linea aspera

(๔) Vastus intermedius (crureus) ตั้งต้นจากด้านหน้าและด้านข้างของ body ของกระดูกต้นขา

ใยของกล้ามเนื้อทั้ง ๔ มารวมกัน ทางส่วนล่างของขาตอนปลายของมันกลายเป็นเอ็นที่หนาและแข็งแรง ไปเกาะที่ tuberosity ของ tibia เอ็นนี้ผ่านไปข้างหน้าของข้อเข่าเลยหุ้มกระดูกสะบ้า เข้าไว้ข้างใน

หน้าที่ Quadriceps femoris เหยียดขา ส่วนที่เป็น rectus งอขาส่วนบน

กล้ามเนื้อที่อยู่ด้านในของต้นขามี Gracilis

Adductor longus

Adductor brevis

Adductor magnus

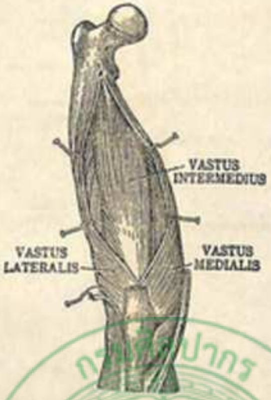
Pectineus

Gracilis ตั้งต้นจาก symphisis pubis และโค้งของกระดูกหัวเหน่าไปเกาะที่ด้านในของกระดูก tibta ตรงใต้ condyle

(รูปที่ ๙๗)

(กล้ามเนื้อที่อยู่ตื้น ๆ ทางส่วนหน้าของต้นขาขวา)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง



(รูปที่ ๙๘)

(แสดง Vastus intermedius ของต้นขาขวา)

Adductor longus ตั้งต้นจากด้านหน้าของกระดูกหัวเหน่า ไปเกาะที่ linea aspera ของกระดูกต้นขา

Adductor brevis ตั้งต้นจากด้านนอกของ ramus ส่วนล่างของกระดูกหัวเหน่า ไปเกาะที่ส่วนบนของ linea aspera

(รุปที่ ๙๕)

(กล้ามเนื้อทางหลังของต้นขาขวา)

Adductor magnus ตั้งต้นจาก ramus ส่วนล่างของกระดูกหัวเหน่า และ ischial tuberosity ไปเกาะที่ lineaaspera

Pectineus ตั้งต้นจาก pectineal line ผ่านลงข้างล่าง ข้าง ๆ และข้างหลัง ไปเกาะที่ lesser trochanter และ linea aspera

หน้าที่ Gracilis เอาต้นขามาชิดกับลำตัว และงอเข่า ส่วน pectineus longus และ brevis และ magnus เอาต้นขามาชิดกับลำตัว งอและหมุนออกด้านนอก

กล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหลังของต้นขามี Biceps femoris
Semitendinosus
Semimembranosus

Biceps femoris ปลายที่ตั้งต้นมี ๒ แฉก ๆ ที่ยาวตั้งต้นจาก ischial tuberosity และ แฉกที่สั้นตั้งต้นจาก linea aspera ของกระดูกต้นขา ไปเกาะที่ด้านข้างของ head ของกระดูก fibula และ lateral condyle ของกระดูก tibia

Semitendinosus ตั้งต้นจาก ischial tuberosity ไปเกาะที่ส่วนบน และด้านในของ body ของกระดูก tibia

Semimembranosus ตั้งต้นจาก ischial tuberosity ไปเกาะที่ medial condyle ของกระดูก tibia ตรงปลายของกล้ามเนื้อเหล่านี้ที่มารวมกัน เป็นเอ็น ๆ นี้บางทีเรียก hamsting เพราะฉะนั้นกล้ามเนื้อเหล่านี้บางทีเรียก hamsting muscle

(รูปที่ ๕๐)
(ต้นขาขวาตัดตามขวาง ตรง small trochanter)

หน้าที่ งอเข่าและเหยียดขาท่อนบน เมื่องอเข่าแล้ว semimembranosus กับ semitendinosus ช่วยหมุนขาเข้าข้างใน

กล้ามเนื้อของขาส่วนล่าง แบ่งออกเป็น ๓ พวก คือพวกที่อยู่ทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลัง

กล้ามเนื้อพวกที่อยู่ทางด้านหน้ามี Tibialis anterior

Extensor hallucis longus

Extensor digitorum longus

กล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหลัง แบ่งออกเป็น

พวกที่อยู่ตื้น | Gastrocnemeus
Soleus
Plantaris

กล้ามเนื้อพวกที่อยู่ลึกมี | Popliteus
Flexor hallucis longus
Flexor digitorum longus Tibialis posterior

กล้ามเนื้อพวกที่อยู่ด้านข้างมี | Peroneus longus
Peroneus brevis

Tibialis anterior (anticus) ตั้งต้นจาก lateral condyle และส่วนบนของด้านข้างของ body ของกระดูก tibia ไปเกาะด้านล่างของกระดูก cuneiform อันที่ ๑ และฐานของกระดูกฝ่ามืออันที่ ๑

หน้าที่ งอข้อเท้า และทำหน้าที่ร่วมกับ tibialis posterior โดยยกริมด้านในของเท้าขึ้น หรือหงายฝ่าเท้า

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

(รูปที่ ๘๑)

(Gastrocnemeus หรือกล้ามเนื้อของน่องทางด้านขวา)

Extensor hallucis longus ตั้งต้นจากด้านหน้าของกระดูก fibula ไปเกาะที่ปลายล่างของกระดูกนิ้วหัวแม่เท้า

Extensor digitorum longus ตั้งต้นจาก lateral condyle ของ tibia และส่วนบนทางด้านหน้าของ fibula ปลายล่างเป็นเอ็นแยกออกเป็นแขนงเล็ก ๆ ๔ เส้น ไปเกาะที่นิ้วที่ ๒ และที่ ๓ ของนิ้วเท้า

หน้าที่ กล้ามเนื้อที่ชื่อ extensor ทั้ง ๒ นี้มีหน้าที่ เหยียดนิ้วเท้าและงอข้อเท้าให้ปลายชี้ขึ้นข้างบน

Gastrocnemeus และ soleus เป็นกล้ามเนื้อของน่อง gastrocnemeus นั้นปลายที่ตั้งต้น

มี ๒ แฉก คือจาก medial และ lateral condyle ของกระดูกต้นขา soleus ตั้งต้นจากด้านหลัง head ของ fibula และริมในของกระดูก tibia ใยของกล้ามเนื้อทั้งสอง ทอดลงข้างล่างไปเกาะที่ common tendon หรือ tendocalcaneus ซึ่งเป็นเอ็นที่หนา และแข็งแรงที่สุดในร่างกาย เอ็นนี้ยาวประมาณ ๑๕ หรือ ๑๖ ซม. ตั้งต้นจากตอนกลางของน่อง ไปเกาะที่ calcaneus หรือกระดูกส้นเท้า ทางด้านหน้าของเอ็นนี้เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อ ตั้งแต่ข้างบนลงเกือบถึงล่างสุด

หน้าที่ ทั้ง gastrocnemeus และ soleus เหยียดเท้าโดยเหยียดข้อเท้า ส่วน gastrocnemeus อย่างเดียว งอขาท่อนบนลงไปหาขาท่อนล่าง

Plantaris ตั้งต้นจาก linea aspera ของกระดูกต้นขา และ popliteal ligament ของข้อเข่าไปเกาะที่กระดูกส้นเท้า มันอยู่ระหว่าง gastrocnemeus และ soleus

(รูปที่ ๘๒)

(กล้ามเนื้อที่อยู่ลึก ๆ ของกล้ามเนื้อทางด้านหลังของขาขวา)

หน้าที่ ช่วยกล้ามเนื้อ gastrocnemeus

Popliteus ตั้งต้นจาก lateral condyle ของกระดูกต้นขา ไปเกาะที่ด้านหลังของ body ของกระดูก tibia

หน้าที่ ช่วยงอปลายขาขึ้นมาหาขาท่อนบนและหมุน tibia เข้าทางด้านใน

Flexor hallucis longus ตั้งต้นจาก ๒/๓ ทางปลายล่างของกระดูก fibula ทางด้านหลัง ไปเกาะที่ฐานของนิ้วหัวแม่เท้า อันปลายสุด

Flexor digitorum longus ตั้งต้นจากด้านหลังของ body ของ tibia ปลายเป็นเอ็น๔ เส้น ไปเกาะที่ฐานของกระดูกนิ้วเท้าข้อปลายสุดทั้ง ๔ (ไม่รวมหัวแม่เท้า)

หน้าที่ ของกล้ามเนื้อทั้ง ๒ มัดข้างบนนี้ ช่วยงอนิ้วเท้าและเหยียดเท้า

Tibialis posterior ตั้งต้นจาก aponeurosis ที่กั้นอยู่ระหว่างกระดูก tibia กับ fibula และจากที่กระดูกทั้งสองนี้มาชิดกัน ไปเกาะด้านล่างของกระดูก navicula ซึ่งใยของกล้ามเนื้อทอดเลยไปเกาะที่กระดูกส้นเท้า (calcaneus) กับ cuneiform ทั้งสาม กับกระดูก cuboid และกระดูกฝ่าเท้าอันที่ ๒–๓ และที่ ๔

(รูปที่ ๕๓)
(กล้ามเนื้อของฝ่าเท้าที่เป็นกล้ามเนื้อชั้นตื้นหรือชั้นแรกของฝ่าเท้า)

หน้าที่ เหยียดข้อเท้าโดยทำหน้าที่ร่วมกับ tibialisanterior เช่นหงายฝ่าเท้าขึ้นโดยหงายเข้ามาทางด้านในตัว

Peroneus longus ตั้งต้นจาก head และด้านข้าง ๆ ของ body ของ fibula ปลายล่างที่เป็นเอ็นผ่านใต้กระดูก cuboid ผ่านเฉียงข้ามซ่นเท้าไปเกาะที่ด้านข้างของกระดูกฝ่าเท้าอันที่ ๑ และกระดูก cuneiform อันที่ ๑

(รูปที่ ๕๔)

(กล้ามเนื้อของฝ่าเท้า ชั้นที่ ๒ กับเอ็นของกล้ามเนื้อชั้นลึกที่อยู่ทางด้านหลังของขา)

หน้าที่ เหยียดเท้าและงุ้มปลายเท้า และช่วยให้หลังเท้านูนนิดหน่อยตามรูปของมัน

Peroneus brevis ตั้งต้นจากส่วนล่างของด้านข้าง ของ body ของ fibula ไปเกาะที่กระดูกฝ่าเท้าอันที่ ๕

หน้าที่ ทำร่วมกับ peroneus longus คือเหยียดเท้าและเขย่งเท้า

กล้ามเนื้อของเท้า

กล้ามเนื้อของเท้ามีความสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อของขา บางทีเราเรียกกล้ามเนื้อของขาว่า Extrinsic foot muscle ส่วนกล้ามเนื้อของเท้าแท้ ๆ เรียก Intrinsic foot muscle กล้าม

เนื้อของเท้าแท้ ๆ มีน้อยที่ช่วยในการเคลื่อนไหวเท้า นอกจากนั้นก็ช่วยรักษารูปของเท้า ดูรูปที่ ๘๒–๘๓ และ ๘๔

สรุป

การเคลื่อนไหวของร่างกายอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ลักษณะของ tissue ของกล้ามเนื้อ

(๑) Irritability หรือ excitability คือมีคุณสมบัติจะรับรู้ และตอบรับสิ่งที่มากระตุ้น

(๒) contractibility เซลล์ของกล้ามเนื้อจะหดตัวสั้นเข้า และหนาเข้า ทำให้กล้ามเนื้อทั้งหมดหดตัว

(๓) Extensibility กล้ามเนื้อและเซลล์ของมันสามารถจะยืดตัว

(๔) Elasticity กล้ามเนื้อสามารถจะยืดหยุ่น

การจำแนกชนิดของกล้ามเนื้อ

ก. ชนิดมีลาย striated หรือ skeletal

ข. ชนิดไม่มีลาย nonstristated หรือกล้ามเนื้อของอวัยวะภายใน (visceral)

ค. กล้ามเนื้อของหัวใจ (cardiac)

ลักษณะ tissue ของกล้ามเนื้อ

ก. เซลล์จะมีรูปร่างยาว เพราะฉะนั้นเรียก fiber

ข. มี intercellular substance ระหว่าง fiber เหล่านั้น

ค. มี connective tissue เป็นโครงร่างในการยึด tissue ของมันให้ติดกัน

ง. มีประสาทโลหิตและน้ำเหลืองมาเลี้ยงมาก

ลักษณะเฉพาะของกล้ามเนื้อพวกที่มีลาย คือ

ก. มีลายตามขวาง

ข. การเคลื่อนไหวของมันอยู่ในอำนาจของจิตใจ คือบังคับได้

ค. เกาะติดกับกระดูก

ง. fiber แต่ละอันยาว และมีรูปคล้ายกระสวย มีนิวเคลียสติดข้างใน ผนังของเซลล์ เป็นระยะ ๆ

จ. connective tissue ที่ช่วยยึดระหว่างตัวเซลล์ และมัดของกล้ามเนื้อ นำโลหิตและประสาทมาเลี้ยง

ฉ. origin ของมันหมายถึงที่เกาะกับกระดูกชิ้นที่มีการเคลื่อนไหวน้อยหรืออยู่กับที่

ช. insertion ของมันหมายถึง ที่ ๆ เกาะกับกระดูกชิ้นที่มีการเคลื่อนไหวมาก

ซ. origin มักเกาะที่เยื่อหุ้มกระดูก หรือเกาะกับเอ็น

ฌ. insertion มักเกาะกับกระดูกเอ็นหรือ Aponeurosis

ญ. กล้ามเนื้อมักหุ้มด้วยพังผืด

ฎ. Fasciae ที่อยู่ลึก ๆ ตอนข้อมือ และข้อเท้าเรียก annular ligament

หน้าที่ ของกล้ามเนื้อมีลาย คือช่วยประกอบกับกระดูกช่วยในการเคลื่อนไหว

ลักษณะของกล้ามเนื้อชนิดที่ไม่มีลาย (nonstriated. smooth.)

ก. ไม่มีลายตามขวาง

ข. การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อชนิดนี้ไม่อยู่ในอำนาจของจิตใจ คือบังคับไม่ได้

ค. พบว่าเป็นผนังของเส้นโลหิตหรืออวัยวะภายใน

ง. เซลล์มีรูปร่างเป็นกระสวย แต่มีนิวเคลียสใหญ่เพียงอันเดียว

จ. มี connective tissue อยู่ระหว่างเซลล์ และ tissue ซึ่งช่วยนำประสาทและเส้นโลหิตไปเลี้ยง

หน้าที่ ของกล้ามเนื้อที่ไม่มีลายคือ ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอวัยวะภายใน

ลักษณะของกล้ามเนื้อของหัวใจ

ก. มีลายแต่เห็นไม่ชัด

ข. ไม่อยู่ในอำนาจของจิตใจ

กรมศิลปากร

ค. เซลล์มักมีรูปสี่เหลี่ยม ติดต่อกันไปเป็นแขนง เรียก syncitium

ง. มี connective tissue ช่วยเป็นโครงยึด

สรีรวิทยาของการหดตัวมี

ก. Tone การเกร็งตัว

(๑) การเกร็งตัวที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอของกล้ามเนื้อ ในที่บางเ
แต่เกิดในขณะที่ร่างกายอยู่ในภาวะเป็นปกติ

(๒) ทำให้กล้ามเนื้อพวก skeletal ตึงตัว และตึงกับที่เกาะข
ได้ดี

(๓) กล้ามเนื้อของอวัยวะภายในหรือของหัวใจยังจะมี tone
ตัดออกมาจากร่างกาย

ข. Excitation การตื่นตัว หรือการกระตุ้นของกล้ามเนื้อ

(๑) การตื่นตัวเป็นคุณสมบัติของ protoplasm ทั้งหมด

(๒) Stimulus (สิ่งที่มากระตุ้น) ทำให้เซลล์เกิดมีการเปลี่ยนแปล

(๓) Conductivity (การนำความรู้สึก) เป็นคุณสมบัติของกล้ามเนื้อ
ที่จะรับรู้ เมื่อมีสิ่งมากระตุ้น และจะช่วยนำความรู้สึกนั้นต่อ ๆ ไป

(๔) การกระตุ้นที่เราทำขึ้นนั้น (ที่ไม่เกิดกับกล้ามเนื้อตามธรรมชาติ)
เช่นใช้กด ใช้ความร้อน ไฟฟ้า ฯลฯ

การรับความรู้สึกของกล้ามเนื้ออาศัยใยประสาท ๒ ชนิด

(๑) sensory คือประสาทที่นำความรู้สึก จากภายนอกเข้าสู่ศูนย์
กลางประสาท (เป็นระยะการหดตัวของกล้ามเนื้อ)

(๒) motor นำความรู้สึกจากศูนย์กลางประสาท ไปยังกล้ามเนื้อ
และบังคับการหดตัวของมัน

ค. ภาวะของการหดตัว

การหดตัวของกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น ๓ ระยะ

[library stamp]

ระยะที่ ๑ เรียก Latent peroid คือระยะเวลาที่เริ่มกระตุ้น (กล้ามเนื้อไม่หดตัวทันทีที่มีการกระตุ้น) จนถึงกล้ามเนื้อหดตัว

ระยะที่ ๒ Period of contraction ระยะที่กล้ามเนื้อหดตัว

ระยะที่ ๓ Period of relaxation ระยะที่กล้ามเนื้อคลายตัว

เหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวมากหรือน้อยนั้น แล้วแต่

ก. การกระตุ้นแรงหรือเบา คือถ้ากระตุ้นถึงขั้นแรง (ตามที่กำหนดไว้ว่าไหน) ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวมากที่สุด

ข. เวลาที่ใช้กระตุ้น

ค. น้ำหนักของกล้ามเนื้อที่กระตุ้น (load) คือถ้าหนักมาก การหดตัวของเนื้อก็น้อยลง

ง. อุณหภูมิ ที่ดีที่สุดคือ ๓๗ องศาเซนติเกรด (๙๘.๖ องศาฟาเรนไฮต์)

การแบ่งพวกของกล้ามเนื้อตามหน้าที่ของมัน

กล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหวของไหล่

ยกไหล่	กดไหล่
Trapezius (ส่วนบน)	Trapezius (ส่วนล่าง)
Levator scapulae	Pectoralis major
Rhomboideus major	Pectoralis minor
Rhomboideus minor	Lattissimus dorsi
	Subclavius

ยื่นไหล่ไปทางข้างหน้า	เบนไหล่ไปทางข้างหลัง
Pectoralis major	Trapezius (ทั้งหมด)
Pectoralis minor	Rhomboideus major
Serratus anterior	Rhomboideus minor
Subclavius	

กล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหว กระดูกต้นแขน

งอ (ยกกระดูกต้นแขนไปข้างหน้าให้อยู่ในระดับไหล่)	เหยียด (เอาแขนกลับที่เดิม)
Deltoid (ทางด้านหน้า	Celtoid (ด้านหลัง)
Pectoralis major (บริเวณกระดูกไหปลาร้า)	Latissimus dorsi
Corocobrachialis	Teres major
	Pectoralis major (บริเวณกระดูกหน้าอก)
	Triceps (แฉกยาวที่ตั้งต้น)

ยกแขนออกห่างจากลำตัว	เอาแขนมาชิดกับลำตัว
Deltoid	Pectoralis major
Supraspinatus	Teres major
Infraspinatus (ด้านบน)	Triceps (แฉกยาวที่ตั้งต้น)
	Coracobrachialis

หมุนเข้าทางด้านใน	หมุนออกทางด้านนอก
Pectoralis major	Teres minor
Subscapularis	Infraspinatus
Latissimus dorsi	
Teres major	

การเคลื่อนไหวของข้อศอก

งอ	เหยียด
Brachialis	Triceps brachii
Biceps brachii	Anconeus
Brachioradialis	
Pronator teres	

การเคลื่อนไหวตรงที่กระดูก Radiohumeral กับ Radioulnar Joints คือ Radius กับกระดูกต้นแขนต่อกัน และตรงที่กระดูก Radius และกระดูก Ulnar ต่อกัน ทำให้เกิด

การคว่ำมือ	หงายมือ
Pronator teres	Supinator
Pronator quadratus	Biceps brachii
Extensor carpi radialis (ถ้าแขนอยู่ท่าเดิม)	Extensor carpi radialis (ถ้าแขนเหยียด)

การเคลื่อนไหวของข้อมือ

งอ	เหยียด
Flexor carpi radialis	Extensor carpi radialis longus and brevis
Flexor carpi ulnaris	Extensor carpi ulnaris
Palmaris longus	

การเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง

ก้ม	เอียงข้าง
Rectus abdominis	External and internal Oblique (ด้านหลัง)
External oblique	
Internal oblique	Quadratus lumborum
Iliopsoas (ถ้ารายอยู่ในท่าเดิม)	Levatores costarum, sacraspinalis
เหยียด	**หมุน**
Sacrespinalis	External oblique
Motifidus	Internal oblique
Quadratus lumborum (ทำงานพร้อมกัน ๒ มัด)	Multifidus
	Rotolors of spine
	Levatores costarum

การเคลื่อนไหวของข้อต่อตรงตะโพก

งอ	เหยียด
Iliopsoas	Gluteus maximus
Sartorius	Biceps femoris

กรมศิลปากร

Rectus femoris

Gracilis

Adductor longus

Pectineus

Tensor fasciae latae

Piriformis

Semitendinosus

Semimembranosus

เอนต้นขาออกห่างจากลำตัว

Gluteus minimus

Gluteus medius

Gluteus maximus (เมื่อต้นขาอยู่ในท่าเดิม)

Sartorius

Sensor fasciae latae

Piriformis

เอาเข้ามาชิดกับลำตัว

Adductor magus

Adductor longus

Adductor brevis

Biceps femoris

Gracilis

Pectineus

หมุนออกทางด้านนอก

Gluteus maximus (ส่วนล่าง)

Sartorius

Adductor magnus and brevis

Obturators (ทั้ง external และ internal)

Gemelli

Piriformis

Quadratus femoris

หมุนเข้าทางด้านใน

Gluteus minimus

Gluteus medius (เมื่อต้นขาอยู่ในที่เดิม)

Adductor magnus

Tensor fasciae latae

การเคลื่อนไหวของเข่า

งอ

Sartorius

Gracilis

Seminambranosus

เหยียด

Quadriceps femoris

Semitendinosus

Biceps femoris

Popliteus

Gastrocnemeus (อยู่ในท่าบางท่าเท่านั้น)

หมุนเข้าด้านใน

Sartorius

Popliteus

Semimembranosus

Semitendinosus (เมื่อขาอยู่กับที่)

Gracilis (เมื่อเข่าอยู่กับที่)

หมุนออกด้านนอก

Biceps femoris

Tensor fasciae latae

กรมศิลปากร

การเคลื่อนไหวของข้อเท้า และเท้า

งอหลังเท้า

Tibialis anterior

Extensor digitorum longus

Peroneus terticus

Extensor hallucis longus

แอ่นหลังเท้า

Soleus

Tibialis posterior

Gastrocnemeus

Peroneus longus

Peroneus brevis

งุ่มน้วเท้า

Peroneus longus

Peroneus brevis

Peroneus terticus

หงายเท้า

Tibialis posterior

Tibialis anterior

บทที่ ๘

ระบบประสาท

(Nervous syster)

ทั้งบทที่ ๗ และบทที่ ๗ เป็นบทที่ กล่าวถึงประสาท บทนี้เริ่มต้นด้วยการจำแนกระบบประสาทออกเป็นส่วนต่าง ๆ นอกจากนี้อธิบายถึงเซลล์ของประสาท ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ทั้งอธิบายถึงโครงสร้างตำแหน่ง การจัดระเบียบหรือการเรียงตัว การดำเนินงาน reflex arc และหน้าที่ของมัน ส่วนบทที่ ๘ นั้น จะกล่าวถึงประสาททั้งระบบ ซึ่งทำงานเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และเส้นประสาทต่าง ๆ ของผนังด้านนอกของร่างกาย และของอวัยวะภายใน

พฤติการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย หรือการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย อาศัยซึ่งกันและกันโดยมีน้ำเลี้ยงร่างกาย (body fluid) ช่วยติดต่อกันทั่วน้ำเลี้ยงร่างกายนี้เป็นสารละลายของพวกเคมี ซึ่งนับรวมทั้งพวก hormones ด้วย และนอกจากนี้การทำงานของร่างกายก็อาศัยพวกประสาททั้งหมด ซึ่งช่วยในการทำหน้าที่ของเซลล์ (coordination) ทั้งร่วมมือทำงานกับน้ำเลี้ยงร่างกายอื่น ๆ อีกด้วย (cooperation)

ระบบประสาทซึ่งมีสมอง ไขสันหลังและเส้นประสาท แยกออกเป็นดังนี้คือ

ก. ศูนย์กลางประสาท ซึ่งมี สมอง ไขสันหลัง

ข. ประสาทส่วนปลาย (Peripheral) หมายถึงเส้นประสาทที่มาจาก สมอง ไขสันหลัง และไปสู่อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย แยกออกเป็น

(๑) Somatic หรือ cerabrospinal คือประสาทที่มาจากสมองและไขสันหลังที่ติดต่อระหว่างศูนย์กลางประสาท กับผนังด้านนอกของร่างกาย

(๒) Visceral fibers คือประสาทที่ติดต่อระหว่างศูนย์กลางประสาทกับอวัยวะภายใน แยกออกเป็น

๑/ ใยประสาทที่มาจากสมองและไขสันหลังตอนก้น และ ganglia (ปมประสาท) (Autonomic) เรียก cranicsacral หรือ parasympathetics system

๒/ ใยประสาทจากไขสันหลัง บริเวณหน้าอกและเอว และ ganglia (autonomic) เรียก Thoracolumbar หรือ sympathetics system

กรมศิลปากร

Cerabrospinal บางทีเรียก somatic หรือ creniospinal หรือ voluntary nervous system ซึ่งรวม

(๑) สมองส่วนที่เกี่ยวกับมโนธรรม หรือความรู้สึกผิดถูก (conciousness) และอารมณ์ต่าง ๆ (mental activities)

(๒) บางส่วนของสมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาทรวมทั้ง sensory และ motor ที่บังคับกล้ามเนื้อพวกที่เกาะกับกระดูก

(รูปที่ ๘๕)

(ภาพแสดงสมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาทที่ออกมาจากไขสันหลัง)

(๓) ประ ... ะภายนอกของร่างกาย ซึ่งรับความรู้สึกจากภายนอกและสมอง

Autonomic nervous system

คำว่า autonomic หมายถึงทำงานตามลำพังมันเอง ระบบนี้รวมประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อต่าง ๆ ของร่างกาย หัวใจ และต่อมต่าง ๆ ถ้ากล้ามเนื้อนั้นเป็นกล้ามเนื้อของอวัยวะภายใน เรียกว่า visceral หรือ splanchnic หรือ involuntary เพราะบังคับไม่ได้ อย่างไรก็ดี อย่าคิดว่ามันเป็นระบบหนึ่งโดยอิสสระไม่ขึ้นต่อใคร ซึ่งที่แท้นั้นมันมีส่วนเกี่ยวพันธ์กับระบบประสาททั้งหมดอย่างใกล้ชิด

Visceral ใช้สำหรับประสาทส่วนที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายใน และคำว่า autonomic ใช้เฉพาะประสาทส่วนที่รับความรู้สึก จากศูนย์กลางประสาทไปสู่อวัยวะภายใน autonomic system นี้แยกออกเป็น เส้นประสาทที่มาจากสมอง และไขสันหลังตอนก้น (craniosacral) และ เส้นประสาทที่มาจากไขสันหลังตอนอกและเอว (thoracolumbar) ประสาทที่ไปเลี้ยงภายนอก และอวัยวะภายในนั้นเกี่ยวพันธ์ทั้งศูนย์กลางประสาท และประสาทส่วนปลายตลอดทั้งร่าง ประสาทที่นำความรู้สึกจากสมองไปสู่อวัยวะภายในนั้น มักจะพบว่าเป็นพวกพวกประสาทที่มาจากไขสันหลัง ส่วนประสาทที่มาจากสมองเกือบทั้งหมดนั้น มักไปสู่อวัยวะภายนอก ประสาทที่รับความรู้สึก (afferent) ของอวัยวะภายในที่จะส่งไปยังศูนย์กลางประสาทนั้นมาจากเซลล์ประสาทที่อยู่ใน sympathetics ganglia ศูนย์กลางประสาทที่มาจากสมองส่วนบนควบคุมหน้าที่ทั้งของประสาทที่เกี่ยวกับอวัยวะภายใน และภายนอก การรับความรู้สึกของอวัยวะภายในอาจจะตั้งต้นจาก ปลายประสาทที่รับความรู้สึกที่มาจากอวัยวะภายนอกก่อน และการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะภายใน อาจจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะภายนอกได้เหมือนกัน

(รูปที่ ๘๖)

(แสดงส่วนละเอียดของเซลล์ของประสาท ที่อยู่ทางด้านหน้าของไขสันหลัง)

Nervous tissue เป็นส่วนหนึ่งของระบบประสาททั้งหมด tissue ของประสาทนี้ก็เหมือนกับ tissue อื่น ๆ คือประกอบไปด้วยเซลล์ แต่เซลล์ของมันไม่เหมือนกับเซลล์ชนิดอื่น ๆ เพราะที่ผนังของมันมี protoplasm ยื่นออกไปคล้ายเส้นด้าย บางทียาวตั้ง ๒ ถึง ๔ ฟุต ที่เราเรียก nervefiber หรือเส้นประสาท เซลล์ของประสาทนี้เรียก neuron

คุณลักษณะ และ คุณสมบัติของ tissue ของประสาท คือ

(๑) irritability (excitability) คือสามารถรับความรู้สึก หรือตื่นตัวเมื่อมีสิ่งมาสัมผัสหรือกระตุ้น

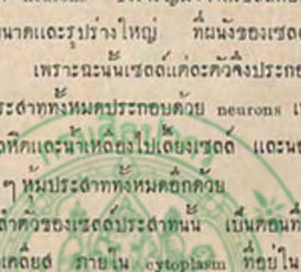
(๒) conductivity คือสามารถนำความรู้สึกที่ได้รับจากการสัมผัสนั้น ไปให้เซลล์อื่น ๆ

Neuroglia เป็น tissue ที่ประกอบไปด้วยเซลล์ที่ชื่อ glia cell เซลล์ชนิดนี้มีแฉกหลายอันยื่นออกมารอบผนังของเซลล์ ออกไปพันแทรกระหว่าง neurons โดยทำหน้าที่เป็นโครงร่างช่วยยึด neuron ไว้ (คล้าย connective tissue) neuroglia นี้พบในสมอง และไขสันหลัง tissue ชนิดนี้มาจากชั้น ectoderm ชั้นนอกสุดของ embryo

Neurons หรือเซลล์ของประสาท

เซลล์ของประสาทเรียก neurons ซึ่งเจริญมาจากเซลล์ที่อยู่ใน embryo ที่ชื่อ neuroblast ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดและรูปร่างใหญ่ ที่ผนังของเซลล์ประสาทจะมีกิ่งที่ยื่นออกมาเป็นเส้น ๆ จำนวนมาก เพราะฉะนั้นเซลล์แต่ละตัวจึงประกอบไปด้วย cell body และ cell process ระบบประสาททั้งหมดประกอบด้วย neurons เป็นจำนวนมาก ซึ่งมี connective tissue นำหลอดโลหิตและน้ำเหลืองไปเลี้ยงเซลล์ และนอกจากนี้ connective tissue ยังประกอบเป็นเยื่อบาง ๆ หุ้มประสาททั้งหมดอีกด้วย

Cell body หรือก้อนลำตัวของเซลล์ประสาทนั้น เป็นก้อนที่ ๆ เซลล์มีเนื้อที่กว้าง มี cytoplasm อยู่ล้อมรอบนิวเคลียส ภายใน cytoplasm ที่อยู่ใน body และ process ของเซลล์นั้นมี neurofibrilles ซึ่งเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ประสานกันคล้ายร่างแห ใยเหล่านี้มีเกือบเต็มทั้งใน dendrites (ปลายที่รับความรู้สึกภายนอกสู่ตัวเซลล์) และ axon (ปลาย



(รูปที่ ๘๗)

(Cell body *ของเซลล์ประสาท เส้น ๆ ข้างในแสดงใยละเอียดที่อยู่ใน* protoplasm *จุดดำ ๆ แทน* Nissl *หรือ* chromophil *ตอนโคนของกิ่งที่เป็น* axon *ไม่มีจุด ๆ* Nissl *ตอนนั้นจึงเรียก* axon nillock)

ที่รับความรู้สึกออกจากตัวเซลล์) protoplasm ที่อยู่ในเซลล์ และ dendrite นั้น เวลาย้อมสีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เช่น methylene blue จะเห็นชัดมาก เพราะภายในมีจุด ๆ (granules) ที่ติดสีง่าย จุดเล็ก ๆ นี้เรียก Nissl (เอาชื่อมาจากจิตตแพทย์ชาวเยอรมัน ปี ๑๘๖๐—๑๙๑๙) บางทีก็เรียก Chromophils ซึ่งแปลว่าสิ่งที่ย้อมติดสีง่าย เคยมีผู้อธิบายว่า การที่เซลล์มีสารชนิดนี้ แสดงถึงพลังงานที่เซลล์มีในตัวของมัน เซลล์จะมีมากหรือน้อยแล้วแต่ว่าเซลล์เหนื่อยมากหรือน้อย เซลล์ที่ได้พักผ่อนอย่างเต็มที่จะมีสารพวก chromophils เป็นจำนวนมาก แต่ถ้าไม่มีเลย แสดงว่าเซลล์เหนื่อยมาก หรือเป็นไข้บางชนิด หรือเป็น asphyxia (ไดพิศ ขาดอ๊อกซิเจน) และพบว่า axon ของเซลล์ได้รับอันตราย body ของเซลล์โดยมากโต granules ของเซลล์ของ cerebellum โตประมาณ ๔ หรือ ๕ ไมครอน ซึ่ง motor cell ของไขสันหลังตอนหน้า โตประมาณ ๑๒๕—๑๓๐ ไมครอน ส่วนเซลล์ที่อยู่ข้าง ๆ ของไขสันหลัง และปมประสาทของ autonomic เป็นเซลล์ขนาดกลาง

Cell processes หรือใยประสาทที่ยื่นออกมาจากลำตัวของเซลล์เรียก dendrite กับ axon ซึ่งแต่ละอันก็มีส่วนต่างกัน ถ้ามองในด้านโครงสร้างก็เรียก dendrites และ axons แต่ถ้ามองในด้านสรีรภาพหรือหน้าที่ก็เรียก afferent และ efferent processes

Dendrite และ axon ต่างกันตามโครงสร้างคือ

Dendrite เป็นกิ่งยื่นที่สั้น และโคนของมันที่ออกมาจากตัวเซลล์มักใหญ่กว่าปลาย และตอนผิว ๆ มักจะขรุขระ ปลายเล็กลงเรื่อยเมื่อยื่นห่างออกไปจากตัวเซลล์ และแยกกิ่งก้านสาขาคล้ายกิ่งไม้ ในเซลล์หนึ่ง ๆ มี dendrite เป็นจำนวนมาก

Axons เป็นกิ่งยื่นที่ยาว บางทียาวมากกว่าครึ่งหนึ่งของลำตัว ผิว ๆ ของมันมักจะเรียบ และ เส้นเล็กมาก อาจจะมีแขนงย่อย ๆ สักหนึ่งอัน หรือมากกว่านั้นก็ได้ แขนงเล็ก ๆ นี้เรียก collaterals โดยมาก neuron ๑ ตัวมี axon เพียงอันเดียว

Dendrite กับ axon ต่างกันตามหน้าที่คือ dendrite รับความรู้สึกเข้าสู่ตัวเซลล์ ส่วน axon นั้นนำความรู้สึกออกจากตัวเซลล์

หน้าที่ของ neurons คือ รับกระแสประสาท (nerve impulse) หรือความรู้สึก แล้วส่งต่อไปให้เซลล์อื่น ๆ ตามโครงสร้างที่กล่าวมาว่ามี dendrite กับ axon ที่คอยรับ

ความรู้สึกนั้นเหมือนกับว่า neuron สามารถนำความรู้สึกไปได้เพียงทางเดียว แต่ตอนที่จะกล่าวต่อไป จะแสดงให้เห็นว่า ความรู้สึกจะสามารถผ่านไปและผ่านมาได้ เพราะ neuron บางอันมีขั้วไฟฟ้า (polrity) ที่เห็นได้ชัด และการเรียงตัวของ neuron โดยทั่ว ๆ ไปต้องแล้วแต่หน้าที่ ๆ มันต้องทำให้กับร่างกาย cell body ของมันเป็นที่ให้พลังงานและอาหารแก่กิ่งของมัน เช่นจะเห็นว่าถ้าตัด nerve fibers ออกจากตัวเซลล์มันจะตาย processes หรือกิ่งของมันมีหน้าที่สำคัญในการนำกระแสประสาท หรือความรู้สึกออกจากตัวเซลล์หรือไปสู่เซลล์ โดยทั่ว ๆ ไป process ที่นำกระแสประสาทไปสู่ตัวเซลล์ เรียก afferent และนำกระแสจากตัวเซลล์เรียก efferent

การจำแนกชนิดของ neurons

neuron จำแนกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้หลายวิธีด้วยกัน

ก. แยกออกตามจำนวนของ processes ของ neuron ที่มันมีอยู่ได้ดังนี้

(๑) เซลล์ชนิด bipolar โดยมากมีรูปไข่ มี process อยู่ ๒ กิ่งยื่นออกมา มักพบที่ปมประสาท (ganglia) ที่อยู่ใน vestibular และ cochlear ของหู

(๒) ส่วนในปมประสาทของ root ทางด้านหลังของประสาทสันหลัง เป็นพวก unipolar เพราะให้กิ่งหรือ process ๑ อันเป็นรูปตัว ที ในเซลล์ที่เจริญขั้นต้น หรือเซลล์ที่ยังอ่อนอยู่มักจะเป็นชนิด bipolar ต่อไปจึงค่อย ๆ เจริญเป็น unipolar หรือ pseudo unipolar cells

(๓) เซลล์ชนิด multipolar ชนิดนี้มี process เป็นจำนวนมากมาย ที่ยื่นออกมาจากตัวเซลล์ เช่น ก. motor cell ที่เป็นเซลล์ขนาดใหญ่ที่จัดอยู่ในเซลล์ชนิดนี้ ก็สามารถจะเห็นความแตกต่างของ axon กับ dendrite เซลล์ชนิดนี้มี motor cell ของไขสันหลัง และ ข. เซลล์รูปปิรมิดของ cerebral cortex และ ค. เซลล์รูป flash ของ perkinje (เอาชื่อมาจาก นักกายวิภาคศาสตร์ และสรีรศาสตร์ ชาวโบฮิเมียน ๑๗๘๗–๑๘๖๙) ซึ่งพบใน cortex ของ cerebellum เซลล์รูปปิระมิดนั้น dendrite ของมันแตกแขนงออกจากทุก ๆ ตอนที่เป็นมุมของตัวเซลล์ ส่วนตอนที่เป็นฐานตรงกลางจะมี axon ยื่นออกมาอันเดียว ส่วนเซลล์จำพวก perkinje นั้นให้ axon อันเดียวตรงฐานเหมือนกัน แต่ตรงยอดจะให้

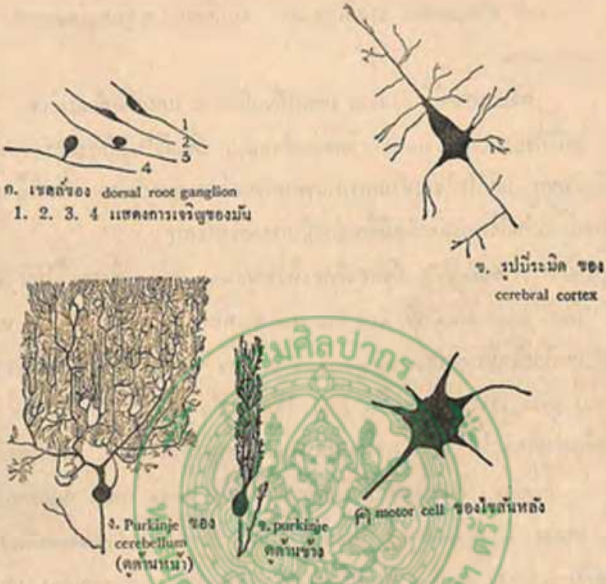
dendrite ซึ่งแตกแขนงออกไปเหมือนกิ่งไม้

๒. แยกตามหน้าที่ของ neuron คือ

(๑) neuron ที่นำกระแสร์ประสาทจากอวัยวะภายนอก เข้าสู่ศูนย์กลางประสาทเรียก afferent หรือ receptor หรือ sensory body ของเซลล์ประสาทชนิดนี้ มักอยู่ห่างจากปลายประสาทที่อยู่ที่อวัยวะภายนอกที่คอยรับความรู้สึก

(๒) neuron ที่นำกระแสร์ประสาท จากศูนย์กลางประสาทไปยังอวัยวะภายนอกนั้น เรียก effector หรือ efferent หรือเรียก motor ถ้าเป็นเซลล์ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว บางทีก็เรียก secretory ถ้ามันไปช่วยขับ secretion ต่าง ๆ ของร่างกาย bodies ของเซลล์ประสาทชนิดนี้ มักจะอยู่ใกล้ปลายประสาทที่อยู่ในศูนย์กลางประสาท เพื่อช่วยนำความรู้สึก กระแสร์ประสาทที่ถูกนำมาตามเส้นประสาทนั้น อาจจะทำให้อวัยวะตื่นตัวทำงานเร็วขึ้น หรือเฉื่อยช้าลง หรือห้ามการทำงานก็ได้ ถ้าเป็นเซลล์ของประสาทที่ทำให้ตื่นตัวก็เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า excitatory แต่ถ้าทำให้เฉื่อยช้าหรือไม่ทำงานก็เรียก inhibitory neuron ส่วน neuron ชนิดนำกระแสร์ประสาทจาก afferent neuron ไปสู่ efferent neuron บางทีก็เรียก central หรือ connecting หรือ internuncial หรือ inte calated หรือ Golgi type II

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๔๘)

(แสดง neuron ชนิดต่างๆ)

กรมศิลปากร

เส้นประสาท (nerve fibers) เป็นเส้นใยที่ยื่นออกมาจากตัวเซลล์ เส้นนี้เมื่อออกห่างจากลำตัว จะถูกหุ้มด้วยสารชนิดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่คล้าย ๆ เปลือก ๆ นี้มี ๒ ชนิด คือ medullated ซึ่งมีสีขาว และ nonmedullated ซึ่งมีสีเทา

เส้นประสาทที่มี medullated หุ้มนั้น ถ้าดูให้ละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นว่ามันประกอบไปด้วย ๒ ส่วน คือ

(๑) แกนกลาง หรือ axis cylinder ซึ่งเป็นส่วนกลางหรือตัว cell process

(๒) ส่วนรอบแกนกลางนั้นเป็นสารจำพวกไขมันที่ค่อนข้างข้น (semifluid) เรียก medulla หรือ myelin sheath ชนิดนี้ทำให้เส้นประสาทมีสีขาว

(๓) ด้านนอกของ myelin sheath จะมีเยื่อบางๆ หุ้มอยู่โดยตลอด เยื่อนี้เรียก neurilemma

เส้นประสาทที่มี medulla มักจะเป็นเส้นที่ยาว และเป็นเส้นละเอียด

หน้าที่ของ myelin sheath คือช่วยเป็นฉนวน เพื่อกันไม่ให้กระแสประสาทผ่านเข้ามากเกินควร แต่ก็ไม่ใช่จะห้ามการผ่านของกระแสประสาทเสียเลย ซึ่งทั้งนี้จะเห็นว่ามันมีส่วนสำคัญในวิธีการณ์ทางเคมีที่จะช่วยนำกระแสประสาท

Node of Ranvier เป็นตอนที่คอดกิ่วของnerve fiber ซึ่งตอนนี้ไม่มี myelin sheath มีแต่ neurilemma หุ้ม axis cylinder อยู่เท่านั้น ระหว่าง nodes of Ranvier อันหนึ่งไปหาอีกอันหนึ่งยาวประมาณ ๗๐—๒๐๐ ไมครอน จุดประสงค์ที่มี node นี้เพราะว่าจะให้ tissue fluid เข้าไปส่งอาหารถึง fiber ได้ตรงที่เป็น nodes นี้มักเป็นตอนที่ fibers แตกกิ่งก้านสาขาออกไป ในทุกๆ ตอนของ fiber ที่อยู่ระหว่าง nodes จะมีนิวเคลียสอยู่ติดกับ neurilemma นิวเคลียสนี้เป็นตัวสำคัญที่ทำไม่ให้ nerve fiber ที่ถูกตัดออกจาก boodies ตายลง (degeneration) และช่วยให้มีการงอกขึ้นใหม่ (regeneration) เส้นประสาทที่มี myelin sheath หุ้มพบในสมองและไขสันหลัง ต่างจากเส้นประสาทส่วนปลายที่ไม่มี myelin sheath หุ้มและไม่มี nucleus มีแต่ nurilemma

เส้นประสาทที่ไม่มี myelin sheath นั้นต่างจากพวกแรกเพราะ fiber มีแต่neurilemma หุ้มเท่านั้น โดยเหตุนี้จึงมีสีเทาหรือสีเหลือง เส้นประสาทชนิดนี้มาจากเซลล์ประสาทที่มีขนาดเล็ก เช่นเซลล์ของพวก sympathetic ganglia และเซลล์ขนาดเล็กๆ ของ cerebrospinal ganglia

เส้นประสาทมี ๓ ขนาด

(๑) เส้นเล็กละเอียดที่ไม่มี myelin sheath หรือมีน้อย เส้นประสาทชนิดนี้มักมีขนาดโตประมาณ ๒—๔ ไมครอน

(๒) เส้นประสาทขนาดกลางโตประมาณ ๔—๑๐ ไมครอน

(๓) เส้นขนาดใหญ่ประมาณ ๑๐—๒๐ ไมครอน

Synapse

พวกจิตตแพทย์ที่ชำนาญทางสรีรวิทยาอธิบายว่า ถ้าแยก neurons แต่ละอันออกเป็นหน่วยหนึ่งต่างหาก จะเห็นว่า axon ของ neuron อันหนึ่ง มักจะติดต่อกับ dendrite หรือพาดบน neuron อีกอันหนึ่งทำให้เกิดเป็น synapse ขึ้นตรง synapse นี้ neurons ๒ ตัวติดต่อกันไม่ใช่ protoplasm ติดต่อกัน แต่เป็นการติดต่อกันโดยปลายของ axon ของ neuron อันหนึ่งติดต่อกับตัวเซลล์หรือ dendrite ของ neuron อีกอันหนึ่ง นี่แสดงให้เห็นว่า เยื่อที่กั้นระหว่างเซลล์ ทำให้กระแสร์ประสาทผ่าน อาจจะยากหรือง่ายก็ได้

End organ หมายถึงปลายประสาทที่อยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ อยู่ห่างไกลออกไปจากศูนย์กลางประสาท ปลายประสาทในอวัยวะต่าง ๆ นั้นมี

(๑) sensory หรือ receptor ที่รับความรู้สึกไปตาม afferent fiber

(๒) motor หรือ effector ที่ส่งความรู้สึกไปตาม efferent fiber

๑. ปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอก สู่ศูนย์กลางประสาท เรียก receptor end organs นั้น บางอันเราก็รู้จักดีเมื่อกล่าวถึงเช่น หู ตา จมูก ซึ่งอวัยวะพวกนี้เรียก sense organs ส่วนอวัยวะอื่น ๆ ภายนอกเช่น ผิวกายก็รู้ได้ยากว่ารับความรู้สึกได้อย่างไร นอกจากเราจะรู้สึก เจ็บ ร้อน หนาว ฯลฯ และอวัยวะเหล่านี้ก็จะถูกกล่าวถึงเฉพาะแต่ตอนที่พาดพิงถึงความรู้สึกที่ได้รับทางผิวกายเท่านั้น

นักกายวิภาคศาสตร์บางคน แยกปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอกของอวัยวะทั้งหลายออกเป็นตัวดังนี้คือ

ก. Somatic คือปลายประสาทที่อยู่ในอวัยวะภายนอกมี

— Exteroceptosrs คือปลายประสาทที่สามารถรับความรู้สึกทางไกลโดยไม่ต้องสัมผัสกับอวัยวะนั้น ๆ เช่น การเห็น ได้ยิน ได้กลิ่น ความร้อน รวมทั้งการที่ได้รับความรู้สึกโดยการที่ต้องสัมผัสกับอวัยวะนั้นก่อน เช่น รส สัมผัส กด เจ็บ

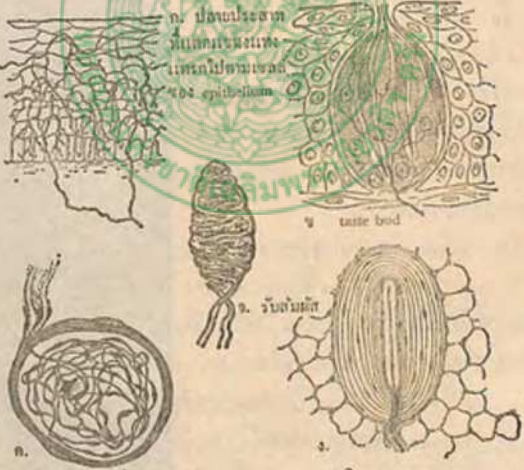
— Proprioceptors เป็นปลายประสาทที่อยู่ในกล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ ฯลฯ

ข. Visceral เป็นปลายประสาทที่อยู่ในอวัยวะภายในมี

— Interoceptors เช่น รส กลิ่น หิวกระหาย การหายใจ การไหลเวียนโลหิต ความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในช่องท้อง และเจ็บปวดที่อวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง

(receptor ที่อยู่ใน mucosa ของทางเดินของอาหารเป็น interoceptor ส่วนที่อยู่ในกล้ามเนื้อที่อยู่ที่ผนังกระเพาะอาหาร หัวใจ และหลอดโลหิต นับเข้าอยู่ในพวก proprioceptor)

ปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอกนี้ แยกออกเป็นชนิดได้ตามตำแหน่งที่มันอยู่ เช่นที่อยู่ใน epithelium หรือบางทีก็อยู่ใน connective tissue หรือในกล้ามเนื้อ สำหรับปลายประสาทที่รับความรู้สึกเข้าสู่ศูนย์กลางประสาทที่อยู่ใน connective tissue อาจจะมี capsule หรือมีเปลือกหุ้มหรือไม่มีก็ได้ ถ้าชนิดที่ไม่มีเปลือกหุ้มมักจะแตกแขนงกระจายกันออกไป เช่นใน epidermis (ผิวหนังชั้นนอก) จะพบว่าเส้นประสาทส่วนมากไม่มี myelin sheath ปลายจะแตกเป็นแขนงเล็ก ๆ แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ของผิวหนัง แขนงของเส้นประสาทเหล่านี้มักจะไปรวมกันเป็นปมใหญ่ ตามเส้นหรือตอนปลายของมัน ซึ่งพบอยู่ตามผิว ๆ ของเซลล์ ปลายประสาทชนิดนี้พบได้ที่ sclera (ตาขาว) และ cornea (แก้วตา) และใน areolar connective tissue ของเยื่อบุโพรงต่าง ๆ และเยื่อมูก และในกล้ามเนื้อและเอ็นรวมทั้งในเยื่อที่หุ้มกระดูกด้วย



(รูปที่ ๘๘)

(แสดงรูปของปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอก ที่มีรูปต่าง ๆ กัน)

ปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอกบางอันที่มี connective tissue เป็นเปลือกหุ้ม เรียก encapsulated และแขนงของมันมักเป็นเส้นหยาบ อยู่ในสารที่ค่อนข้างข้น (semiliquid) และไม่มี myelin sheath หุ้ม พวกนี้มีรูปต่างกัน บางทีจะเป็นรูปกระเปาะกลม ๆ บางทีเป็นเส้นเรียงกันออกเป็นวง หรือบางทีก็ขนานกันไปเป็นรูปท่อยาว ๆ (ดูรูปที่ ๙๙) เราเรียกชื่อมันตามชื่อของผู้ที่ค้นพบเช่น Pacini (ชื่อของนักกายวิภาคศาสตร์ชาวอิตาลี ในปี ๑๘๑๒-๑๘๘๓) และ Meissner (ชื่อมาจากชาวเยอรมัน ๑๘๒๙-๑๙๐๕) Ruffin (ชาวอิตาลี ในปี ๑๘๖๔-๑๙๒๙) และ Krause (ชาวเยอรมัน ๑๘๓๓-๑๙๑๐) นอกจากนี้ก็มีปลายประสาทที่พบในกล้ามเนื้อและเอ็น ซึ่งจัดเข้าอยู่ในพวกเดียวกัน

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๑๐๐)

(แสดงปลายประสาทที่รับความรู้สึกที่อยู่ที่เอ็น)

ศัพท์ที่ใช้กับปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอกมี

— Somesthetic receptors เป็นปลายประสาทที่รับความรู้สึกทั่วไปของร่างกายเช่น สัมผัส กด เจ็บ อุณหภูมิต่าง ๆ ท่าต่าง ๆ การเคลื่อนไหว และความรู้สึกที่เกี่ยวกับอวัยวะภายใน

— Special sense organs เป็นอวัยวะที่เกี่ยวกับการเห็น การได้ยิน ได้กลิ่น รส และการทรงตัว

— Kinesthetic receptors เป็นปลายประสาทที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (tone)

— Superficial sensibility เป็นพวก exteroceptive

— Deep sensibility เป็นพวก intercepive และ propriceceptive (อันนี้รวมการกดแรง ๆ)

๒. ปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากศูนย์กลางประสาท ไปยังอวัยวะต่าง ๆ (motor end organs) มักพบที่กล้ามเนื้อพวกที่ไม่มีลาย กล้ามเนื้อของหัวใจ และเซลล์ของต่อมต่าง ๆ และเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นต่อมต่าง ๆ ถ้าพูดว่า motor end plate

หมายความว่า ตอนที่ติดต่อกันระหว่างเส้นใยของกล้ามเนื้อ หรือเซลล์ของกล้ามเนื้อกับเส้นประสาท มักเป็นตอนที่ sarcoplasma ของเซลล์ของกล้ามเนื้อยกรอบสูงขึ้นมา และเส้นประสาทตอนนั้นไม่มี myelin sheath และเส้นประสาทจะแทงผ่าน sarcolemma และแผ่แขนงเล็ก ๆ ไปเป็น motor end plate plate นี้อาจจะมีเนื้อที่กว้าง ๐.๐๕–๐.๐๖ มม. ส่วนปลายประสาทที่ไปสู่อวัยวะภายในนั้น ก็เรียกชื่อตามชนิดของอวัยวะนั้น ๆ เช่น ไปสู่หัวใจ ก็เรียก cardiomotor และที่ไปสู่เส้นโลหิตก็เรียก vasomotor ถ้าไปสู่กล้ามเนื้อของผิวหนังที่ทำให้ขนลุก เรียก pilomotor และที่ไปสู่ต่อมที่ทำหน้าที่ secretion ก็เรียก secretory

Ganglion หมายถึงกลุ่มของเซลล์ที่อยู่ข้างนอกศูนย์กลางประสาท เช่นกลุ่มเซลล์ประสาทที่ต่อมาจากประสาทของสมองและไขสันหลัง เป็น ganglia ของ autonomic system (บางทีในมันสมอง เซลล์ประสาทมารวมกันเป็นกระจุกใหญ่ เรียก basal ganglia ด้วย)

Nucleus เป็นเซลล์ประสาทที่มารวมกันเป็นกลุ่ม อยู่ในศูนย์กลางประสาท ซึ่งมี fiber ของมันมาเรียงขนานกันเป็นทางเดินอันใหญ่ สำหรับกระแสประสาทที่อยู่ในสมองและไขสันหลัง

Center หมายถึงหมู่ของ neurons หรือ synapse ที่มีหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ คือถ้าศัพท์นี้ใช้กับโครงสร้างก็หมายถึง nucleus (หมู่เซลล์ที่อยู่ในศูนย์กลางของประสาท) หรือ ganglia (หมู่เซลล์ที่อยู่นอกศูนย์กลางประสาท) แต่ถ้าใช้กับหน้าที่มันก็หมายถึงศูนย์กลางของหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่งโดยเฉพาะ เช่น respiratory center หมายถึงศูนย์

กลางที่ควบคุมการหายใจ ที่อยู่ใน medulla oblongata และศูนย์กลางการรับกลิ่นอยู่ที่ cerebrum ศูนย์กลางประสาทนี้มีเส้นประสาทและปลายประสาทที่รับและส่งกระแสประสาทติดต่อกับอวัยวะต่าง ๆ โดยทั่ว ๆ ไป เส้นประสาทที่ติดต่อระหว่างศูนย์กลางประสาทกับอวัยวะต่าง ๆ นั้น ไม่ใช่ส่งทอดเดียวไปถึงอวัยวะนั้น ๆ เลย แต่มักไปหยุดที่ gray matter ของไขสันหลัง ซึ่งเป็นที่ให้ neuron ตัวอื่นรับต่อไปอีกต่อหนึ่ง ตรงนี้จึงกลายเป็น synapse ขึ้น สถานที่รับทอดกระแสประสาทนี้อาจจะมีเพียงแห่งเดียวหรือมากกว่านี้ก็ได้ หรือบางแห่งก็อาจจะไม่มีเลยก็ได้ คือกระแสประสาทจะถูกส่งทอดเดียวถึงอวัยวะนั้นเลยก็ได้

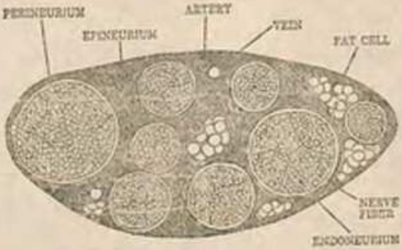
Gray และ white matter

ใน gray matter มี synapse และ cell body และ cell process เป็นจำนวนมาก gray matter นี้พบใน cortex และ nuclei ของสมองและไขสันหลัง (ตรงใจกลาง) ซึ่งประกอบด้วย nuclei และ ganglia และเส้นประสาทที่ไม่มี myelin sheath หุ้ม

ส่วนเส้นประสาทที่มี myelin sheath หุ้มนั้น มารวมกันเป็น white matter ที่อยู่ในสมองและไขสันหลัง จะเห็นว่า gray matter มีตัวเซลล์และ synapse ที่จะควบคุม sensory และ motor neurons ซึ่งเป็นที่รับและจ่ายกระแสประสาท เส้นประสาทที่มาเรียงขนานติดต่อกันเป็นเส้นใหญ่นั้น ที่อยู่ในสมองและไขสันหลัง เรียก tracts เช่น ascending tract, pyramidal tract etc.

เส้นประสาท ประกอบด้วย axis cylinder และเปลือกที่หุ้มมัน เส้นประสาทแต่ละเส้นที่มี connective tissue หุ้มเรียก endoneurium แล้วเส้นประสาทเหล่านี้มาเรียงติดกันเข้าเป็นมัด เรียกว่า funiculus ทุก ๆ มัดนี้มี connective tissue หุ้มอีกทีหนึ่ง เรียกว่า perineurium แล้วหลาย ๆ มัดเล็ก ๆ ก็มารวมกันเป็นมัดใหญ่มี connective tissue หุ้มอีกทีหนึ่งเรียกว่า epineurium

ซึ่งภายในเยื่อชั้นนอกสุดนี้มีเส้นโลหิตฝอยที่จะเลี้ยงประสาทผ่านเข้ามา โดยมากเส้นโลหิตฝอยเหล่านี้มักจะขนานไปกับเส้นประสาท หรือถ้าจะแทรกไปตามระหว่างของเส้นประสาทก็เป็นระยะสั้น ๆ เส้นประสาทฝอยเล็ก ๆ เช่น vasomotor มักจะคู่ไปกับเส้นโลหิตฝอย



(รูปที่ ๑๐๓)

(เป็นรูป sciatic nerve ของแมวที่ตัดตามขวาง ซึ่งแสดงถึงภายในมีเส้นประสาท ๘ มัด (funiculi) ซึ่งแต่ละมัดมี perineurium ห่อไว้และมัดใหญ่ทั้งหมดมี epineurium หุ้ม ซึ่งภายในมีเส้นโลหิตดำ และแดง และ fat cells)

เส้นประสาทที่ผ่านไปตาม tissue ต่าง ๆ นั้นมักจะให้แขนงเล็ก ๆ ไปตามทาง ซึ่งแขนงเล็ก ๆ เหล่านี้เมื่อผ่านออกไป ก็มักจะไปเจอะกับแขนงอื่น ๆ ที่ผ่านมาเหมือนกันโดยเหตุนี้ถ้าแต่ละเส้นของประสาทก็มีหน้าที่ของมันโดยเฉพาะ โดยเหตุนี้หน้าที่ของบางเส้นอาจจะปนเปกัน และเส้นประสาทเกือบทั้งหมด เป็น mixed nerve คือเป็นทั้ง sensory และ motor

เส้นประสาทเส้นเดียวมักจะเล็กมาก เช่น sciatic nerve ของกบประกอบด้วยเส้นประสาทประมาณ ๔๐๐๐ เส้น และจำนวนมากกว่า ๒/๓ ของมันไม่มี myelin sheath หุ้ม และปรากฏว่าเส้นประสาทที่มี myelin sheath หุ้ม ที่หนามากมักจะเป็นเส้นประสาทใหญ่ และออกมาจากเซลล์ที่มีขนาดเขื่องด้วย เพื่อส่งออกไปสู่อวัยวะภายนอกบางอันเช่น motor fiber ของเซลล์ของกล้ามเนื้อพวกที่มีลาย

Reflex arc และหน้าที่ของมัน

Reflex arc เป็นหน่วยหนึ่งของระบบประสาทซึ่งมีหน้าที่ และโครงสร้างโดยเฉพาะ คือเป็นทั้ง unit pattern และ functional unit, Reflex arc ธรรมดาที่สุดที่พบในมนุษย์

ประกอบด้วยเซลล์ประสาทที่รับกระแสประสาทจากภายนอก และเซลล์ประสาทที่ส่งกระแสประสาทจากศูนย์กลางประสาท และเซลล์ประสาทที่ติดต่อระหว่างเซลล์ทั้งสองนี้ รวมทั้งปลายประสาทที่รับและส่งกระแสประสาทนั้น ๆ จำนวน reflex arc ในระบบประสาทมีมากมายก่ายกอง ประมาณเคร่า ๆ เฉพาะใน cerebral cortex เท่านั้นมีมากกว่า ๙,๐๐๐,๐๐๐,๐๐๐ neurons ซึ่ง neurons แต่ละตัวก็ติดต่อกับตัวอื่น ๆ อีกมาก ซึ่งช่วยกันเป็นส่วนประกอบของ unit pattern เพื่อช่วยติดต่อกันให้ทั่วทั้งร่างกาย (ดูรูปที่ ๑๐๒) แสดงการติดต่อระหว่าง reflex arc อันหนึ่งกับ reflex arc อีกอันหนึ่ง รูป ก. แสดง unit pattern ที่มี neurons ๓ ตัว ข. แสดง reflex arc ๒ อันต่อกัน จ. เป็น reflex arc อันหนึ่งซึ่งมี neurons ต่อกัน ๔ ตัว อยู่ระหว่าง sensory และ motor neurons ค. กับ ง. แสดงให้เห็น receptors อันหนึ่งสามารถส่งกระแสประสาทไปยัง ๒ (หรือมากกว่า) effectors ได้อย่างไร และ receptors มากกว่า ๒ ตัว สามารถส่งกระแสประสาทให้ effectors neuron ๑ ตัว ได้อย่างไร หน้าที่ของ reflex arc ที่มีเฉพาะของมัน เรียกว่า reflex act

เมื่อมีสิ่งมากระตุ้นที่ปลายประสาท รับความรู้สึกจากภายนอก ของ sensory nerve และกระแสประสาทผ่านไปตาม afferent process ไปยังตัวเซลล์ แล้วไปตาม efferent process ผ่าน synapse ไปยัง central neuron และผ่าน synapse อีกอันหนึ่งไปตาม afferent process ของ motor neuron แล้วสู่ตัวเซลล์ ไปตาม efferent process ไปสู่กล้ามเนื้อหรือเซลล์ของต่อมใดต่อมหนึ่ง ทำให้เกิดหน้าที่ของมันเรียก reflex act หรือหน้าที่ ๆ เกิดจาก reflex arc

(รูปที่ ๑๐๒)

(แสดง reflex arc ต่าง ๆ ก. เป็น reflex arc ของเซลล์ ๓ ตัว ตัวที่มีสีดำ แทน sensory cell ตัวที่มีลายเป็นเส้น ๆ แทน connecting cell และลายเป็นจุดเล็ก ๆ เป็น motor cell ข. เป็น reflex arc ธรรมดา ๒ อันต่อกัน ค. เป็น sensory cell อันหนึ่งติดต่อกับ motor cells ๒ ตัว ง. เป็น sensory cells ๒ ตัว ติดต่อกับ motorcell ๑ ตัว จ. เป็น reflex arc ธรรมดามี connecting cells ๔ ตัว ที่อยู่ระหว่าง sensory cell กับ motor cell

กรมศิลปากร

ปลายประสาทภายนอกที่รับสิ่งที่มากระตุ้น ทำให้เกิดมีกระแสร์ประสาทที่ส่งมาตามเส้นประสาท ในการดำเนินกลวิธีการณ์ของเส้นประสาทนั้น อาจเปลี่ยนทางเดินของ synapse ได้ เพราะอย่าลืมว่า neuron แต่ละตัวที่เป็นส่วนประกอบของ synapse นั้น ไม่ใช่ติดต่อกับ neuron ตัวเดียว แต่ติดต่อกับ neuron เป็นจำนวนมาก เมื่อกระแสร์ประสาทไปถึง effector จะเปลี่ยนเป็น stimulus โดยไปกระตุ้น กล้ามเนื้อหรือเซลล์ของต่อมต่าง ๆ

ที่ทำให้เกิดหน้าที่ ๆ ธรรมดาที่สุดที่ทำโดยร่างกายไม่สามารถจะบังคับได้ หรือทำหน้าที่เกี่ยวกับความคิดนึกที่ผิดหรือถูกความจำ หรือการควบคุมจิตต์ใจ

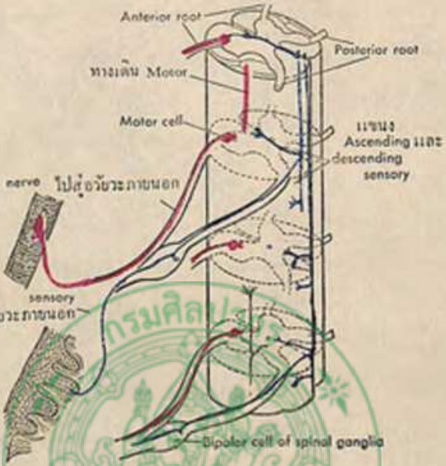
ชนิดต่าง ๆ ของหน้าที่ของ reflex arc แยกออกเป็นดังนี้คือ

(๑) Simple reflexs คือชนิดธรรมดา มี sensory, connecting และ motor neurons การกระตุ้นที่ sensory neuron จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัว แต่เป็นจำนวนแต่เพียงมัดเดียว เช่นการกระพริบตา การกลืนอาหาร ฯลฯ reflex ชนิดนี้ใช้วินิจฉัยโรคที่เกี่ยวกับประสาท เพราะทั่ว ๆ ไปจะแสดงหน้าที่ ๆ ธรรมดาที่สุดของกล้ามเนื้อที่จะทำหน้าที่ได้ทันที ถ้าทำได้เร็วก็หมายถึงความปลอดภัย และสามารถป้องกันอันตรายได้ดี และทันการ เช่น พอมีเข็มแทงก็หดมือ

กรมศิลปากร

(๒) Reflex ที่เกี่ยวข้องกับสมองทั้งหมดนอกจาก cerebrum ซึ่งรวมทั้งเซลล์ประสาทที่อยู่ข้างในสมองส่วนนี้ด้วย ปฏิกริยาที่เกิดกับ reflex ชนิดนี้ค่อนข้างจะยุ่งยาก และซับซ้อนกว่าข้อแรก เพราะเกี่ยวกับอวัยวะของร่างกายมากกว่า ๑ ชิ้น และมักจะเป็นผลที่ตามมาจากข้อที่ ๑ ด้วย เช่นการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับวิ่งเดิน เช่นพอมีเข็มแทงก็หดมือ แต่ผู้ที่ถูกเข็มแทงร้องไห้ด้วย

(๓) Reflex ที่เกี่ยวข้องกับ cerebral cortex นี้ยิ่งเป็นปฏิกริยาที่เกี่ยวพันธ์กันในวงกว้าง คือนับตั้งแต่ผลที่เกิดขึ้นปลายประสาทที่ถูกกระตุ้นไปจนถึงกล้ามเนื้อหดตัว ซึ่งเป็นการป้องกันตัวเอง และความคิด และการกระทำที่จะรักษา และป้องกัน เช่นเมื่อมีเข็มแทงแล้วเราก็หดมือหนี (เป็นข้อ ๑) แต่ในเวลาเดียวกันคนที่ถูกเข็มแทงก็ร้องไห้ (เป็นข้อ ๒) แต่ถ้าผู้ถูกแทงจัดการทำแผลหรือใส่ยา ก็หมายถึง reflex นี้เกี่ยวกับ cerebrum



(รูปที่ ๑๐๓)

(แสดงทางเดินของกระแสร์ประสาทไปตาม motor (สีแดง) และ sensory (สีน้ำเงิน)

(และ reflex arc ของไขสันหลัง)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ... กรมศิลปากร

Reflex arc อาจจะแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ตามผลที่เกิดกับอวัยวะนั้นๆ เมื่อภายหลังที่มีการกระตุ้นเป็น

(๑) Simplex reflexs คือกริยากระท้อนที่เกี่ยวกับการได้รับการกระตุ้น แต่เป็นกิริยาของกล้ามเนื้อแต่เพียงมัดใดมัดหนึ่งเท่านั้น

(๒) Complex reflexs หมายถึงปฏิกริยากระท้อน ที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อหลายมัด

(๓) Convulsive reflexs หรือการชักที่เกิดจากการเกร็งตัว (spasm) ซึ่งแสดงถึงไม่มีการร่วมมือกันทำงานของกล้ามเนื้อ แล้วทำให้หน้าที่ของร่างกายเสียไปเคลื่อนไหวตามธรรมดาไม่ได้

หน้าที่ของ Reflex arc

Receptors หรือปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอกของ sensory fiber ซึ่งเป็นปลายที่ไวต่อสิ่งที่มากระตุ้น จากพฤติการณ์อันนี้อาศัยการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและไฟฟ้าที่มีในเส้นประสาท ทำให้ receptors เปลี่ยนภาวะที่เกิดขึ้นให้เป็นกระแสประสาทไปตามเส้นประสาท

Intensity หรือความแรงของสิ่งที่มากระตุ้นอยู่ที่การเปลี่ยนแปลงที่ receptor ที่จะทำให้กระแสประสาทนั้นมากขึ้นหรือน้อยลงก็ได้ เช่นถ้ากระตุ้นถี่ ๆ กันแรง ทำให้กระแสประสาทที่ถูกปล่อยจาก receptor ถี่ ๆ กันด้วย และเพิ่มขึ้นเหมือนกัน

เส้นประสาทและกระแสประสาท เรารู้แล้วว่าเส้นประสาทมีคุณสมบัติในการรับและนำความรู้สึกหรือกระแสประสาท ลักษณะของกระแสประสาทที่วิ่งไปตามเส้นประสาทนั้นก็แล้วแต่สิ่งที่มากระตุ้นว่าบ่อยหรือไม่ เร็วหรือช้าและเวลาที่กระตุ้นครั้งหนึ่ง ๆ นานเท่าไร ถ้า optic nerve เป็นที่รับกระแสประสาท ๆ ที่ไปตาม sensory fiber ก็คล้าย ๆ กับกระแสประสาทที่ไปตาม motor fiber คือทางด้านหนึ่งทำให้เกิดการเห็นเพราะปลายของมันไปสิ้นสุดที่ศูนย์กลางของการเห็นใน cerebrum ส่วนอีกปลายหนึ่งที่ไปสู่กล้ามเนื้อของตาก็ทำให้กล้ามเนื้อนั้นมีการหดตัว แต่ที่จริงประสาทที่ถูกกระตุ้นจะให้ปฏิกิริยาอย่างเดียวแล้วแต่ stimulus จะเป็นชนิดไหน

ถึงแม้ว่ากระแสประสาทจะเริ่มต้นที่ปลายประสาทที่รับความรู้สึก แต่มันสามารถจะผ่านเข้าไปในตอนไหน ๆ ของเส้นประสาทก็ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้สมองที่เป็นผู้สั่งงานนั้นจะได้รับกระแสประสาทไม่ใช่แห่งเดียว โดยเหตุนี้คนไข้ที่ถูกผ่าตัดส่วนใดส่วนหนึ่งออก จะยังรู้สึกว่าปวดตรงอวัยวะที่ถูกตัดออกนั้น ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะผ้าพันแผลกดทับ หรือเนื้อที่งอกขึ้นใหม่ตรงปลายที่ตัดออกนั้นไปกดทับปลายประสาท สิ่งเหล่านี้เลยกระตุ้นอยู่ตลอดเวลา

เยื่อที่หุ้มเส้นประสาทนั้นเป็นเยื่อชนิด semipermeable เหมือนกับที่หุ้มเซลล์ทั้งหลาย และข้างนอกเยื่อนี้ก็เป็นพวกน้ำเหลืองที่ช่วยหล่อเลี้ยงมัน ข้างนอกของเยื่อนี้มีไอออนชนิดที่ตรงกันข้ามกับข้างในเยื่อ คือถ้าข้างในเป็นไอออน (ions) ลบ ข้างนอกจะเป็นไอออนบวก เยื่อทำหน้าที่กันไอออนเหล่านี้ให้อยู่คนละข้าง หรือจะพูดอีกทีว่าเยื่อนี้ทำหน้าที่กั้นระหว่างข้

ไฟฟ้าบวกและขั้วลบเหมือนกับ charged battery ที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านมากหรือน้อยได้

เมื่อเส้นประสาทถูกกระตุ้นตรงที่ไหน ๆ ก็ตาม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ receptor ขึ้นตรงเยื่อนั้นจะกลายเป็น permeable (ตัวทำละลายผ่านไม่ได้) เลยทำให้ไอออนบวกและลบมารวมกันเป็นกลาง และไอออนที่อยู่ใกล้ ๆ จะไหลมาสู่ที่นั่น ถ้าหากแรงพอจะทำให้กระแสประสาทผ่านไปในเส้นไม่ได้เลย

กระแสไฟฟ้าที่เกิดโดยไอออนเหล่านั้นช่วยนำกระแสประสาทผ่านไปตามเส้น ประสาท การไหลไปนี้โดยความช่วยเหลือของ acetylcholine ที่เกิดขึ้น (โดย enzymes) ได้เร็วและผ่านไปสู่ที่อื่นได้เร็วด้วย เมื่อคลื่นไฟฟ้าผ่านไปตามเส้นก็ทำให้เกิดเป็นขั้วบวกและลบขึ้น ระยะนี้ถ้ามีการกระตุ้นใหม่ในที่นั้น ๆ อีก กระแสใหม่ไม่สามารถจะเข้าไปในเส้นนั้นได้ กระแสประสาทที่ผ่านไปในเส้นประสาทจากที่มันเกิดขึ้น สามารถจะผ่านได้ทั้งสองทาง (แต่โดยมากมักถูกกระตุ้นตรงปลาย)

การคืนตัวของเส้นประสาทที่ถูกกระตุ้นนั้น แบ่งออกได้เป็น ๓ ระยะ

(๑) Absolute refractory period คือระยะสั้น ๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังที่มีการกระตุ้นแต่เส้นประสาทยังไม่คืนตัว (เพราะภายหลังการกระตุ้นมันจะไม่คืนตัวทันที) เส้นประสาทที่เป็นเส้นเล็กละเอียดจะมีระยะนี้นานกว่าเส้นที่มีขนาดใหญ่

(๒) Relative refractory period เป็นระยะที่ตามระยะแรก เป็นระยะที่เส้นประสาทค่อย ๆ คืนตัว และคืนตัวจนเต็มที่ แล้วกลับเข้าภาวะเดิม

(๓) เส้นประสาทอยู่ในภาวะธรรมดา คือไม่มีอะไรมากระตุ้น

กระแสประสาทที่ผ่านไปตามเส้นประสาทนั้นก็ ต่าง แล้วแต่การกระตุ้นแรงหรือไม่ และความเร็ว (velocity) ของการผ่านของมัน แล้วแต่ขนาดของเส้นประสาท เช่นเส้นที่มีขนาดใหญ่ก็นำกระแสได้เร็วกว่าเส้นที่มีขนาดเล็ก

ความแรงของกระแสประสาทวัดโดยความแรงของกระแส ไฟฟ้า ที่ผ่าน ไปกับ มัน ซึ่งก็เกี่ยวกับขนาดของเส้นประสาทเหมือนกัน

ความเหนื่อยของเส้นประสาทนั้นเกือบว่าไม่มีเลย ถ้าหากว่ามีอ๊อกซิเจนไปเลี้ยงเพียงพอ ซึ่งโดยมากก็ต้องเป็นรายที่มีร่างกายปกติ ขณะที่เส้นประสาทกำลังนำกระแส

ประสาทอยู่จะมีความร้อนปล่อยออกมานิดหน่อย เรียกว่า initial heat ซึ่งความร้อนนี้จะหายไปภายหลังที่มันหยุดนำแล้ว และในระยะนั้นจะมีความร้อนใหม่เกิดขึ้น โดยถูกปล่อยออกมาเหมือนกัน เรียก recovery heat ซึ่งความร้อนตอนนี้มากกว่าตอนแรก ๑๐—๓๐ เท่าแต่ถูกปล่อยออกมาช้า ๆ กว่า นี่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของประสาทที่คล้าย ๆ กับการเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อ

Synapse และกระแสประสาท

synapse พบใน gray matters ของสมองและไขสันหลัง และ gangl... กระแสประสาทที่ผ่าน synapses นั้นต่างกับที่ผ่านไปตามเส้นประสาทส่วนที่ต่าง...

(๑) การนำกระแสประสาทผ่านไปตาม synapses ช้ากว่าผ่านไปตาม... นี่อาจจะเป็นเพราะตรง synapses นั้นผ่านยาก

(๒) Synapses ทำให้มีการผ่านของกระแสประสาทยาก

(๓) Synapses ทำให้ระยะการคืนตัวของเส้นประสาทสูง

(๔) ตรง synapses เหนื่อยได้ง่ายกว่าตรงเส้นประสาท และแพ้ยาจำพวกที่ทำให้หมดความรู้สึก และ nicotine ได้มากกว่าด้วย

(๕) ในบริเวณที่มี synapses มากจะมีเส้นโลหิตไปเลี้ยงมาก เพราะฉะนั้น metabolism ตรงนั้นจึงมาก

(๖) เส้นประสาทสามารถจะนำกระแสประสาทไม่ว่าจะส่งหรือรับจากตัวเซลล์แต่ตรง synapse กระแสประสาทสามารถผ่านได้เพียงทางเดียว คือจาก axon ของ neuron ตัวหนึ่งไปยัง dendrite ของ neuron อีกตัวหนึ่งเท่านั้น

การแจกจ่ายกระแสประสาท กระแสประสาททั้งร่างกายมีทางติดต่อกันโดยทั่วถึง ทางเดินของกระแสประสาทนี้บางอันยาวและแยกอยู่ห่างจากอันอื่นเห็นชัด และมีหน้าที่เฉพาะที่จะนำกระแสไปหรือกลับ บางอันก็ไปประสานหรือเกยกับอันอื่น และไม่สามารถจะนำกระแสประสาทไปในทางไกล ๆ ได้ กระแสประสาทที่ผ่านเข้าโดยมากรับได้หลายทางแล้วไปต่อให้ synapse อีกที ตรงนี้กระแสประสาทจะมารวมกันในวงแคบก่อนจะส่งไปศูนย์กลางประสาท แต่อย่างไรก็ดีถ้ามีการกระตุ้นแรง ๆ ทำให้กระแสประสาทมีมาก และเมื่อส่งไป

ยัง gray matter และส่งทอดไปยังศูนย์กลางประสาทและจะมีคำสั่งจากที่นั่นไปยังกล้ามเนื้อหลายมัด ในเวลาเดียวกันทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อหลายมัด เลยเกิดการชักขึ้น (convulsion) ในเด็ก ๆ การจ่ายกระแสประสาทไปตามเส้นประสาททำได้รวดเร็วกว่าในผู้ใหญ่ที่มีอายุ โดยเหตุนี้ถ้ามีการหดตัวของกล้ามมากในเด็กจะชักได้ทันที แต่ส่วนในผู้ใหญ่อาการที่หดตัวจะน้อยกว่าและอย่างมากก็ถึงขนาดคล้ายหนาวสั่น (chill) เท่านั้น ใน

…ที่ใช้การกระตุ้นแต่เพียงเบา ๆ ก็สามารถทำให้กระแสประสาทมากได้ การกระตุ้น

…) การใช้ยาบางชนิดเช่น strychnine, caffeine ซึ่งไปช่วยให้กระแสประสาท

…se ได้ง่ายเข้า (๒) พิษบางชนิดที่ทำให้การรับความรู้สึกของประสาทผิดปกติ

…าจะมีการกระตุ้นที่ synapse นาน และระยะที่กระตุ้นก็

…ilitation หรือการทำให้เกิดเป็นนิสัยเคยชินขึ้น เกิดจาก reflex arc อันเดียว

…ที่ซ้ำกันบ่อย ๆ ครั้งหลัง ๆ กระแสประสาทจะผ่านทางนั้นง่ายเข้าทุกที และเวลา

…ใช้ในปฏิกิริยานั้นก็สั้นเข้า (แต่ก็มีเวลาจำกัด) นี่เรียกว่าเป็นการทำให้เกิดขึ้น

…นิสัย

Reaction time หมายถึงเวลาที่อยู่ในระหว่างการกระตุ้นและกล้ามเนื้อเริ่มจะหดตัว ซึ่งต่างกันแล้วแต่ในบุคคล บางทีในบุคคลเดียวกัน แต่ว่าร่างกายอยู่ในภาวะที่ต่างกันก็ได้ นอกจากนั้นก็เกี่ยวกับความแรงของสิ่งที่มากระตุ้น และธรรมชาติของสิ่งที่มากระตุ้น (เช่น เสียงจะกระตุ้นได้เร็วกว่าแสง) และสุดท้ายแล้วแต่จำนวนของ synapse ตามทางที่กระแสประสาทจะผ่านไป ซึ่งถ้ามีมากก็ต้องใช้เวลานานกว่ากล้ามเนื้อจะทำงาน

มีหนังสือบางเล่มกล่าวว่า เวลาของการนำกระแสประสาทภายในศูนย์กลางประสาทจะเป็น ๑๒ เท่า ที่ต้องการนำกระแสประสาทไปตามเส้นประสาท และเวลาที่ใช้นำกระแสประสาทนี้ แล้วแต่ (๑) ความแรงของสิ่งที่กระตุ้น (๒) ภาวะของศูนย์ประสาท เช่น เมื่อร่างกายเหนื่อยต้องใช้เวลามากกว่าปกติ เพราะการรับความรู้สึกของศูนย์ประสาท ตอนนั้นน้อยกว่าธรรมดา

ความเร็วของการที่กระแสประสาทจะวิ่งไปตามเส้นประสาทนั้น แล้วแต่ชนิดและขนาดของเส้นประสาทนั้น ๆ แต่ประมาณเคร่า ๆ ๗๐ – ๑๒๐ ม. (๓๙๓ ฟุต) ต่อหนึ่งนาที

ในเส้นประสาทของคนชนิดที่มี medulla หุ้ม การจ่ายกระแสร์ที่เร็วนี้กระแสร์ประสาทต้องวิ่งไปในเส้นประสาทที่มีขนาดใหญ่ ส่วนเส้นที่เล็กละเอียดนั้นจะวิ่งได้ช้ากว่า และมีการสิ้นตัวน้อยกว่าเส้นที่มีขนาดใหญ่

Automatic action ศูนย์กลางประสาทบางอันที่ได้รับการกระตุ้นอยู่ตลอดเวลาโดยสม่ำเสมอกัน เนื่องจากมีการบางชนิดอยู่ในกระแสร์โลหิตที่ช่วยเป็นตัวกระตุ้นแล้วทำให้กระแสร์ประสาทผ่านไปตามทางที่สู่อวัยวะนั้น ๆ เช่นศูนย์กลางประสาทที่เกี่ยวกับการหายใจ และการเต้นของหัวใจ

Inhibition ถ้าหากว่าร่างกายจะทำหน้าที่อยู่ตลอดเวลา เพราะรับการกระตุ้นอยู่เรื่อย ๆ แล้วร่างกายก็จะไม่มีเวลาเป็นสุขหรือพักผ่อนได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการกันหรือกัดกระแสร์ประสาทหรือมีการควบคุมการทำงานของอวัยวะนั้น ๆ ให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย นี้เรียกว่า inhibition ในการระงับการทำงานของส่วนของร่างกายนั้น ประสาทที่รับคำสั่งไปยังอวัยวะนั้น ๆ จะถูกกด เช่นถ้าไปสู่กล้ามเนื้อก็กด tone ของกล้ามเนื้อ การส่งคำสั่งไปยังอวัยวะนั้น ๆ ระงับได้เช่นเดียวกับการระงับการกระตุ้น และภาวะที่เกิดขึ้นจากการทำงานของ synapse มีความสำคัญมากในการนำกระแสร์ประสาทไปตามวงจรของมัน

ศูนย์กลางที่ควบคุมการทำงานที่อยู่ในไขสันหลัง รับคำบงการมาจาก cerebrum อีกที ตัวอย่างเช่นการจะถ่ายปัสสาวะ ซึ่งเป็นหน้าที่ของ spinal reflex การกระตุ้นที่ทำให้เกิดการถ่ายตั้งต้นที่ปลายประสาทที่รับความรู้สึกที่อยู่ในกระเพาะปัสสาวะเอง ดังนั้นเมื่อกระเพาะปัสสาวะเต็มมันจะกระตุ้นให้มีการขับถ่ายออกทันที แต่การฝึกหัดตั้งแต่เมื่อเรายังเด็ก ๆ อาจจะกลั้นได้ไม่ถ่ายทันทีที่กระเพาะปัสสาวะเต็ม เพราะปฏิกิริยากระท้อนธรรมดาที่จะเกิดขึ้นถูกกักกั้นหรือระงับเสียโดย cerebrum ดังนั้นการถ่ายปัสสาวะ จึงอยู่ในการบังคับของจิตใจเช่นเดียวกับการถ่ายอุจจาระ

การเหนื่อยของเซลล์ประสาท เมื่อมีการกระตุ้นที่เซลล์ประสาทธรรมดาตัวหนึ่ง มันจะพองตัวขึ้นเพราะ (metabolism ของมันเพิ่มขึ้น) แต่ถ้ามีการกระตุ้นต่อไปนานเข้ามันจะกลับเล็กลง และ granule ที่อยู่ใน cytoplasm และ chromatin ที่อยู่ในนิวเคลียสจะลดลงด้วย แสดงว่าเซลล์เหนื่อย ถ้าการเหนื่อยนี้ไม่มาก และให้โอกาสเซลล์ได้พักผ่อนเพียงพอจะทำ

ให้เซลล์กลับปกติดังเดิมได้ การเหนื่อยอ่อนและเบื่อหน่ายทั้งทางใจ และการทำให้ประสาทเหนื่อยได้

การที่มีสุขภาพที่ไม่สมบูรณ์และการที่จิตใจต้องต่อสู้อยู่ตลอดเวลานั้น เช่นการเสียใจกังวลกลัว การหมกมุ่นอยู่ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือการใช้ความคิดหนักอยู่ตลอดเวลานั้นทำให้เกิดการเหนื่อยได้ด้วย นอกจากนั้นงานที่ทำด้วยความจำใจและงานในหน้าที่ทำให้เหนื่อยง่ายกว่างานที่สมัครใจ ความเจ็บปวดหรือความผิดปกติของร่างกายไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่ง เช่นเจ็บที่เท้า หรือเพ่งสายตามากเกินไป แน่นท้องในรายที่ท้องผูกเรื้อรัง ก็ทำให้เกิดการเหนื่อยได้ เหตุผลที่เหนื่อยเพราะ synapse ที่อยู่ภายในทางเดินของกระแสประสาทพยายามต้านทานสิ่งที่มากระตุ้นศูนย์กลางประสาทที่อยู่ใน cerebrum เหนื่อยได้เร็วและง่าย

กรมศิลปากร

การเปลี่ยนอิริยาบถหรืองานที่ทำอยู่ เช่นคนที่ทำงานบ้านเหนื่อยแล้วออกไปนอกบ้านเดินเล่น การที่ได้รับอากาศบริสุทธิ์ และเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมและเปลี่ยนความคิดที่หมกมุ่นอยู่ทำให้เปลี่ยนสิ่งกระตุ้นประสาทใหม่ กระแสประสาทจะไปตามทางใหม่ถ้ามีการทำงานของกล้ามเนื้อก็เป็นกล้ามเนื้อพวกใหม่ ทำให้พวกเดิมพักและคลายความตึงเครียดลงได้ ตามธรรมดาเซลล์ของประสาทที่เหนื่อยจากการทำงานประจำวัน ก็ได้พักผ่อนเมื่อถึงเวลานอนตามธรรมดา แต่ถ้าไม่หลับนอนพักผ่อนบ้างทำงานติดต่อกันเรื่อย ๆ ความเหนื่อยจะสะสมกันมาก ๆ เข้า ทำให้ร่างกายต้องเกิดเป็นอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นมาได้ แต่ถ้าเป็นการเบื่อต่อสิ่งที่ได้ยินได้ฟังจนจำเจ (monotony) นั่นหมายความว่าเซลล์ประสาทตัวเดียวกันได้รับสิ่งกระตุ้นซ้ำ ๆ กันทุกวัน จึงทำงานอย่างเดียวกันทุก ๆ วัน ก็เหมือนกับการเหนื่อยทางกายที่ต้องทำงานซ้ำ ๆ กันอย่างนั้นทุก ๆ วัน ก็หมายถึงกล้ามเนื้อชิ้นเดียวที่ได้รับสิ่งกระตุ้นและทำงานอย่างเดียวกันทุกวัน จึงทำให้เกิดสมองเหนื่อยอ่อน (brainfag) neurasthenia หรือ nervous prostration (สมองไม่ทำงานตามหน้าที่ เนื่องจากผ่านงานเหนื่อยมา และหมดกำลังจำอะไรไม่ได้มีอาการทางโรคเส้นประสาท ฯลฯ

ความกังวลและความกลัว ไปกระตุ้นบางส่วนของ autonomic system และให้เกิดอาการทางระบบฝ่ายอาหาร เช่นเบื่ออาหาร อาหารไม่ย่อย และท้องผูกและมีหลายอย่างที่เกี่ยวกับ neurasthenia ที่กล่าวข้างบน

สรุป

ระบบประสาททำงานร่วมกับ body fluid ในการร่วมกันทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย

neuron ประกอบด้วย (๑) cell bodies ซึ่งเป็นที่ให้พลังงานและให้อาหารแก่ตัวเซลล์ และ process ของมัน

(๒) cell process ซึ่งมี

ก. Dendrite สั้น หนา ผิวหยาบ และมีแขนงแยะ

ข. axon ยาว ผิวเรียบ แขนงมีน้อย

หน้าที่ของ neurons รับและนำกระแสประสาทไปให้เซลล์ตัวอื่น ๆ

ชนิดของ neurons แยกตามจำนวนของ processes ที่มันมี

ก. Unipolar

ข. Bipolar

ค. Multipolar

ชนิดของ neurons แยกตามหน้าที่

ก. Afferent (sensory) นำกระแสประสาทจากอวัยวะต่าง ๆ เข้าสู่ประสาทส่วนกลาง

ข. Efferent (motor) นำกระแสประสาทจากประสาทส่วนกลางไปยังอวัยวะต่าง ๆ

ชนิดของเส้นประสาทมี

ก. medullated สีขาวประกอบด้วย

๑. Axis cylinder หรือแกนกลาง

๒. medulla หรือ myelin sheath

๓. Neurilemma เยื่อที่หุ้มข้างนอกเส้นประสาท

ข. Nonmedulated สีเทาหรือสีเหลืองไม่มี myelin sheath

หน้าที่ของ myelin sheath คือเป็นส่วนสำคัญในวิธีการทางเคมีที่นำกระแสประ-

หอสมุดแห่งชาติ

ต่าง และกันไม่ให้กระแสประสาทผ่านมากเกินไป

Synapse คือบริเวณที่ต่อกันหรือเกยกันของ axon ของ neuron ตัวหนึ่งกับ dendrite ของ neuron อีกตัวหนึ่ง แต่ protoplasm ของเซลล์ไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

Neucleus คือหมู่เซลล์ของ cell bodies ที่อยู่ภายในประสาทส่วนกลาง มีกิ่งหรือใยของมันมารวมกันเป็น tract อยู่ในสมองหรือไขสันหลัง

Ganglion เป็นหมู่ของ cell bodies ของเซลล์ประสาทจำนวนมากอยู่ข้างนอกของประสาทส่วนกลาง

Center เป็นหมู่ของ neurons ที่ทำหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่ง โดยเฉพาะหมู่ของ neurons นี้อาจจะอยู่ภายในประสาทส่วนกลางหรืออยู่ภายนอกก็ได้

Funiculus เป็นมัดของเส้นประสาทที่เกิดจากเส้นประสาทเรียงกันตามยาวเป็นหลอดใหญ่มี sheath หุ้ม

Endoneurium เป็น connective tissue ที่อยู่ระหว่าง fiber แต่ละอัน

Perineurium เป็น connective tissue ที่หุ้ม funiculus หรือมัดเล็ก ๆ ของเส้นประสาท

Epineurium เป็น connective tissue ที่หุ้มประสาทมัดใหญ่ทั้งมัด

Reflex arc เป็นหน่วยหนึ่งของระบบประสาทที่มี sensory neuron, connecting หรือ centeal neuron และ motor neuron และปลายประสาทที่รับและส่งกระแสประสาทให้ neurons เหล่านี้

Reflex action เป็นหน้าที่ของ reflex arc ที่จะรวมกันเป็นหน้าที่ของระบบประสาททั้งหมด

Autonomic action คือการได้รับการกระตุ้นโดยสม่ำเสมอกัน ที่ศูนย์กลางประสาทบางอันเนื่องมาจากสารบางชะนิดที่มีอยู่ในกระแสโลหิตทำให้เกิดปฏิกิริยาโดยตัวของมันเอง

Reaction time เวลาภายหลังที่ให้สิ่งที่กระตุ้นและ tissue ต่าง ๆ หรือเซลล์ของต่อมเริ่มทำงาน การทำงานนี้แล้วแต่

๑ การกระตุ้น เบาหรือแรง

หอสมุดแห่งชาติ กรมศิลปากร

๒ ธรรมชาติของสิ่งที่ใช้หรือมากระตุ้น

๓ จำนวนของ synapse ที่กระแสประสาทต้องผ่านไป

การเหนื่อยของเซลล์ประสาท ครั้งแรกเมื่อมีการกระตุ้นตัวเซลล์ เซลล์จะพองขึ้น แต่ถ้ามีการกระตุ้นนานเข้าจะเกิด

ก ขนาดของเซลล์ลดลง

ข Granules ใน cytoplasm ลดลง

ค. Chromatin ของ neucleus ลดลง

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๙

ไขสันหลัง เส้นประสาทของไขสันหลัง สมอง และเส้นประสาทของสมอง

Visceral system และ autonomic system

ไขสันหลัง (spinal cord) อยู่ในช่องไขสันหลังของกระดูกสันหลัง ประกอบด้วย gray และ white matter ตั้งต้นจาก foramen magnum ของกระโหลกศีร์ษะต่อลงมาจาก medulla oblong ata ลงไปจนถึงกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๒

ไขสันหลังนี้ข้างบนมีขนาดเล็ก พอมาถึงตอนข้างล่างมีโป่งออกนิดๆ ๒ ตอน คือ ตอนแรกอยู่ที่คอ (ตั้งต้นจากกระดูกคออันที่ ๔ ถึงกระดูกหน้าอกอันที่ ๒) และตอนเอวอีก

(รูปที่ ๑๐๔)

(รูปไขสันหลังมองทางด้านหน้า)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ตอนหนึ่ง (ตั้งแต่กระดูกหน้าอกอันที่ ๑๐ ถึงอันที่ ๑๒) ทั้งสองตอนนี้เป็นตอนที่เส้นประสาทแยกแขนงออกไปเลี้ยงแขนและขา ปลายสุดของไขสันหลังเรียก conus medularis แล้วประสาทที่ต่อลงไปกลายเป็นเส้นเล็ก เรียก filum terminale ซึ่งแทงทะลุเยื่อหุ้มไขสันหลังชั้นนอกออกมาตรงกระดูกก้นอันที่ ๒ และตอนปลายแตกแขนงอยู่ที่กระดูกก้นกบอันที่ ๑ (ตอนกระดูกก้นอันที่ ๒ เป็นตอนสุดของช่องไขสันหลัง) ไขสันหลังทั้งทั้งหมดยาวประมาณ ๔๕ เซนติเมตร (๑๘ นิ้ว) ตรงกลางของมันแบ่งออกเป็นซีกซ้ายและขวา โดย ventral fissure ซึ่งอยู่ทางข้างหน้า และ dorsal sulcus ซึ่งอยู่ทางข้างหลัง ตรงกลางมี central canal ซึ่งปลายบนเปิดสู่ ventricle ที่ ๔ ที่อยู่ในสมอง และข้างล่างเปิดสู่ filum terminale เนื้อไข

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๑๐๕)

(ส่วนต่าง ๆ ในตอนปลายของกระดูกสันหลังผ่าตามยาว)

สันหลังไม่ได้ติดแน่นกับช่องไขสันหลัง เหมือนกับมันสมองที่ติดแน่นกับช่องสมอง และไขสันหลังนี้ลอยอยู่ใน cerebrospinal fluid (น้ำไขสันหลังที่อยู่ใน subarachnoid space) และมีเยื่อ ๓ ชั้นที่คอยหุ้ม และป้องกันทั้งให้อาหารแก่มันด้วย

เยื่อที่หุ้มไขสันหลังนี้ต่อลงมาจากเยื่อที่หุ้มสมอง เพราะฉะนั้นจึงเรียกชื่อเหมือนกัน

คือเยื่อชั้นในที่ติดกับต้นหลังเรียกว่า pia mater และชั้นกลางเรียก arachnoid mater ชั้นนอกสุด เรียก dura mater น้ำไขสันหลังช่วยให้ความชุ่มชื้น และหล่อลื่นไขสันหลัง และป้องกันอันตรายเมื่อมีความกดดันเกิดขึ้นภายใน

(รูปที่ ๑๐๖)

(แสดง Conus, cauda equina และ filum terminale)

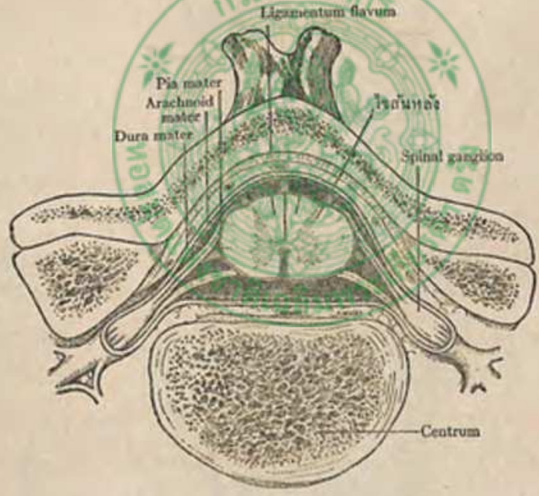
กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

โครงสร้างของไขสันหลัง ไขสันหลังประกอบด้วย gray และ white matter Gray matter นั้นประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาท และเส้นประสาท ซึ่งมี neuroglia มาช่วยยึดให้มันติดกัน ส่วน white นั้นมีแต่เส้นประสาทที่ฝังอยู่ในร่างแหของ neuroglia เท่านั้น และทั้ง gray และ white matter นั้นมี connective tissue หุ้ม และช่วยโอบิต และน้ำเหลืองมาเลี้ยงด้วย

Gray matter เป็นส่วนที่อยู่ข้างใน และล้อมรอบ central canal ตัดตามขวางมีรูปคล้ายตัว เอช (H) ตรงเส้นกั้นกลางระหว่างขาของตัว H เรียก gray commissure ซึ่งติดต่อส่วนที่อยู่ทั้งสองข้าง ส่วนขาหน้าของตัว H ที่ยื่นไปทางข้างหน้าเรียก ventral หรือ anterior column (สมัยก่อนใช้ horn) ทางด้านหลังเรียก dorsal หรือ posterior column ทางด้าน

หน้ามีตัวเซลล์ซึ่งเป็นที่ให้ motor fibers ของไขสันหลัง เส้นประสาทเหล่านี้ผ่านออกทางช่องของเยื่อที่หุ้มไขสันหลัง และผ่านออกตามช่องที่อยู่ระหว่างกระดูกสันหลังแต่ละอันต่อกัน (intervertebral foramen)

ทางด้านข้างของ ventral column มีเซลล์ที่ให้ preganglionic fiber (เป็น efferent fiber ที่มี medulla หุ้ม และผ่านออกจากไขสันหลังโดยทาง ventral column) ไปติดต่อกับเซลล์ของ sympathetic ganglia (จากเซลล์ของ ganglia ไปเราเรียก post ganglionic fiber ไปสู่อวัยวะต่าง ๆ เช่น กล้ามเนื้อมีลาย กล้ามเนื้อของหัวใจ และต่อมต่าง ๆ ส่วน) dorsal column มีตัวเซลล์ที่ให้ afferent fiber ขึ้นไปสู่สันหลังส่วนบน และสมอง เส้นประสาท



(รูปที่ ๑๐๗)

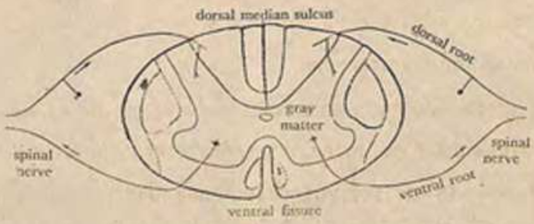
(ไขสันหลังตัดตามขวาง ให้รู้ว่าด้านไหนเป็นด้านหน้า และข้างหลัง ให้สังเกต dorsal root ganglia ที่อยู่ในช่องระหว่างกระดูกสันหลัง)

ของไขสันหลังไปติดต่อกับ neurons ใน column ต่าง ๆ ทำให้เกิด synapse ขึ้นภายใน gray matter นั้นมี connecting neurons เป็นจำนวนมาก โดยช่วยเป็นทางผ่านหรือช่วยส่งกระแสประสาทเช่น (๑) กระแสประสาทจากไขสันหลังทาง root ข้างหลังไปยังข้างหน้า (๒) จากด้านข้าง ๆ ของไขสันหลังไปสู่ที่อื่น ๆ (๓) ติดต่อระหว่างระดับข้าง ๆ ของไขสันหลังเอง

(รูปที่ ๑๐๘)

(ไขสันหลังตัดตามขวาง แสดงหมู่เซลล์ที่อยู่ใน gray matter)

White matter อยู่รอบนอก และระหว่าง column ของ gray matter แต่ละซีกของ white matter มี ๓ ตอน แต่ละตอน คือตอนหน้า และข้าง และตอนหลัง ตอนหนึ่ง ๆ เรียก fasciculi ภายใน fasciculi บางอันมีที่นำกระแสประสาทที่เข้าสู่ไขสันหลัง และขึ้นสู่สมอง โดยตั้งต้นที่ dorsal root ganglia หรือใน gray matter ของไขสันหลัง และไปสิ้นสุดที่ gray matter ของสมอง (ดูรูปที่ ๑๐๙) fasciculi บางอันก็ทำหน้าที่เป็นทางเดินของกระแสประสาทที่ส่งมาจากสมองไปสู่ motor neurons ของไขสันหลัง อันนี้ตั้งต้นที่ gray matter ของสมองไปยัง gray matter ของไขสันหลัง ส่วน funiculi อื่น ๆ (เป็นสีขาวในรูป) เป็นเส้นประสาทสั้น ๆ ที่นำและรับกระแสประสาท จากที่หนึ่งของไขสันหลังไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง



(รูปที่ ๑๐๘)

(แสดงบริเวณที่นำทางเดินของกระแสประสาท ไปในไขสันหลัง)

Funiculi ที่อยู่ทางส่วนหลัง เป็นส่วนสำคัญที่นำกระแสประสาทเข้าสู่สมองและไขสันหลังส่วนบน ถ้าตอนนี้ได้รับอันตรายจะทำให้กระแสประสาทไม่สามารถผ่านขึ้นไปได้ (ซึ่งแล้วแต่ตำแหน่งของร่างกายที่ได้รับอันตราย) ทำให้บริเวณนั้น ๆ หมดความรู้สึก เพราะทางเดินของกระแสประสาทถูกตัดขาด (anterior poliomyelitis หรือ infantile paralysis เป็นการอักเสบของ gray matter ทางส่วนหน้าทำให้เกิดอัมพาตบริเวณ motor neurons บริเวณนั้น)

หน้าที่ของไขสันหลัง ไขสันหลังเป็นศูนย์กลางสำคัญของหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย นอกจากนี้เป็นทางนำกระแสประสาทขึ้นสู่สมอง และไขสันหลังส่วนบนอีกด้วย

จากหน้าที่ของมันนี้ ไขสันหลังแต่ละตอนต่างก็ต้องติดต่ออาศัยซึ่งกันและกัน ซึ่งแต่ละตอนของมันก็มี afferent และ efferent fibers ที่จะให้แก่อวัยวะของร่างกาย หรือส่งไปให้ไขสันหลังตอนที่อยู่สูงหรือต่ำกว่า

เส้นประสาทที่ออกจากไขสันหลังมีอยู่ ๓๑ คู่ เรียกชื่อตามกระดูกสันหลังตอนที่มันออกมา จัดเป็นพวก ๆ ดังนี้คือ

ออกจากไขสันหลังตอนคอ	๘ คู่
ออกจากไขสันหลังตอนอก	๑๒ คู่
ออกจากตอนเอว	๕ คู่

ออกมาจากบริเวณกระดูกก้น ๕ คู่

ออกมาจากบริเวณกระดูกก้นกบ ๑ คู่

เส้นประสาทสันหลังคู่แรก (ตอนต้นคอ) ตั้งต้นจาก medulla oblongata และออกจากช่องไขสันหลังตอนระหว่าง กระดูกท้ายทอยต่อกับกระดูกคออันที่ ๑ คู่อื่น ๆ ที่ออกมาจากไขสันหลังจะผ่านช่องที่อยู่ระหว่างกระดูกสันหลังต่อกัน เป็นคู่ ๆ ไปเช่น เส้นประสาทสันหลังตอนหน้าอกคู่ที่ ๖ แทงออกมาจากช่องที่อยู่ระหว่างกระดูกอันที่ ๖ และ ๗ ส่วน coccygeal nerve ผ่านออกปลายล่างของช่องไขสันหลัง

Mixed nerve ส่วนใหญ่ของเส้นประสาทสันหลังมี medulla หุ้ม และเป็น mixed nerve คือมีทั้ง sensory และ motor nerve เส้นประสาทสันหลังแต่ละเส้นที่ออกมามีปลาย ๒ อัน ทอดไปทางข้างหน้าเรียก ventral root และไปทางข้างหลังเรียก dorsal root เส้นประสาทของ root ที่อยู่ทางด้านหน้า ออกมาจากเซลล์ที่อยู่ใน gray matter ใน ventral column และนำกระแสประสาทจากไขสันหลัง ไปยังผนังด้านนอกของร่างกาย

(รูปที่ ๑๑๐)

(แขนงทั้งสี่ของเส้นประสาทสันหลังตอนอก)

เส้นประสาทของ root ทางด้านหลัง ตั้งต้นจากเซลล์ของ ganglia ทาง dorsal root ที่อยู่ในช่องเปิดระหว่าง arch ของกระดูกสันหลัง เซลล์เหล่านี้ให้แขนงอันเดียวแล้วแยกปลายออกด้วยตัว ที (ปลายหนึ่งเป็นปลายที่รับความรู้สึกจากภายนอกของผิวหนัง หรือ

กล้ามเนื้อหรือเอ็นหรือข้อต่อต่าง ๆ อีกปลายหนึ่งอยู่ในไขสันหลังกอร์ปขึ้นเป็น dorsal root ของเส้นประสาทสันหลัง

เส้นประสาทที่เข้าสู่สันหลังไม่ได้เข้าสู่ gray matter ทันที แต่ไปผ่านขึ้น ๆ ลง ๆ ใน white matter ก่อนแล้วจึงเข้า gray matter ของไขสันหลังหรือสมอง

Root ทางด้านหน้านั้นตั้งต้นจาก ภายในไขสันหลังและประกอบด้วย motor fiber ส่วน root ทางด้านหลังตั้งต้นข้างนอกไขสันหลัง เช่น spinal ganglia และประกอบด้วย sensory fiber ระหว่าง root ทั้งสองนี้มีเส้นประสาทมัดหนึ่งโยงถึงกัน ซึ่งมันเป็นเส้นประสาทของไขสันหลังเหมือนกัน

เส้นประสาทที่ออกมาจากไขสันหลังนั้น แต่ละเส้นมี ๔ ปลาย เรียก meningeal Dorsal ventral และ visceral แขนงของ meningeal ไปเลี้ยงเยื่อหุ้มสมอง และเยื่อหุ้มไขสันหลัง แขนงของ dorsal ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและผิวหนัง ทางด้านหลังของลำตัว คอ และศีรษะ ส่วนแขนงทาง ventral ก็ไปเลี้ยง แขน ขา และส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่อยู่ทางด้านหน้า และแขนงของ visceral ติดต่อกับ sympathetic ganglia (คือทั้งส่งไป และส่งกลับจาก ganglia) ส่วนเส้นประสาทที่ออกจาก sympathetic ganglia ไปยังอวัยวะที่มันไปเลี้ยงนั้น เรียก autonomic nerve ที่กอร์ปขึ้นเป็น plexuses (ตาข่ายของเส้นประสาท) ต่าง ๆ เช่นของหัวใจ celiac (ของท้อง) และ hypogastric (ของท้องน้อย), pelvic และของลำไส้ เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในและกล้ามเนื้อทั้งผิวหนังด้วย มีขนานคู่ไปกับเส้นโลหิต

ชื่อของเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายนั้น มักเรียกชื่อเหมือนกับชื่อเส้นโลหิตที่มันควบไปด้วย หรือเรียกตามบริเวณที่มันไปเลี้ยง เช่น radial nerve ไปเลี้ยงแขนทางด้านกระดูก radial และขนานไปกับ radial artery และ intercostal nerve ก็ผ่านไประหว่างกระดูกซี่โครง คู่ไปกับ intercostal artery แต่ก็มีข้อยกเว้นบางเส้น เช่น sciatic nerve ๒ เส้นที่ผ่านจาก plexuses ของก้น ซึ่งอยู่ตรงกึ่งกลางของก้นแต่ละข้าง ๆ ละเส้น และข้างหลังของตะโพกไปเลี้ยงบริเวณเข่า ซึ่งแยกออกไปเลี้ยงขาและเท้า

การตายและการงอกขึ้นใหม่ของเส้นประสาท ถ้าหากเส้นประสาทถูกตัดออกจากตัว

เซลล์ มันจะตายเพราะไม่มีอาหารจากตัวเซลล์ไปเลี้ยงมัน เช่นถ้าประสาทตรงไขสันหลังถูกตัดขาด เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ จะตายหมด และอวัยวะนั้น ๆ ไม่สามารถมีความรู้สึกได้ แต่ถ้าส่วนปลายของเส้นประสาทมีการตายขึ้น sheath ที่หุ้มจะหลุดออกแตกเป็น molecule ของพวกไขมันแล้วมันจะค่อย ๆ ถูกดูดซึมไป ส่วนที่อยู่ภายในที่เป็นแกนกลางก็จะหายไปด้วย นี่เป็นการตายของเส้นประสาท (degeneration) ส่วนการงอกขึ้นใหม่ (Regeneration) นั้น นิวเคลียสที่อยู่ภายใน neurilemma เป็นตัวสำคัญที่เกี่ยวกับการงอกขึ้นใหม่ของเส้นประสาทให้ fiber ต่อออกมาจากแกนกลางของเส้นประสาทโดยแทงออกมาจาก neurilemma ที่หุ้มปลายสุดของมัน แล้วต่อไปมันก็มี myelin sheath หุ้ม

Restoration หรือการทำงานได้อย่างเดิมของเส้นประสาท เส้นประสาทที่งอกขึ้นใหม่นั้น จะทำหน้าที่ได้ดังเดิมต้องกินเวลาอีกหลายเดือน และต้องใช้เวลานานที่เส้นใหญ่มันจะผ่านไปตามทางเดิมของเส้นที่ถูกทำลายไป และโดยเฉพาะใน white matter ของสมองและไขสันหลัง และเส้นประสาทของสมองไม่มี neurilemma เพราะฉะนั้นเมื่อเส้นประสาทเหล่านี้ถูกตัดขาดหรือทำลายลง จึงงอกใหม่ยากหรือไม่ได้เลย

สมอง (Brain)

สมองเป็นที่รวม tissue ของประสาทก้อนใหญ่ที่สุดในร่างกาย อยู่ในช่องมัน สมองประกอบเป็นส่วนต่าง ๆ ๕ ส่วนคือ cerebrum, midbrain, cerebellum, pons Varolii และ medulla oblongata.

ในขั้นแรกของชีวิตเด็กที่อยู่ในครรภ์ของมารดานั้น สมอง (encephalon) ประกอบขึ้นด้วย forebrain, midbrain และ hindbrain และเมื่อเจริญขึ้นมา cerebrum (ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ ซีก คือ cerebral hemispheres) และส่วนของมันที่ติดต่อกับส่วนอื่น ๆ และ ventricles ที่ ๑ ๒ และ ๓ เจริญมาจาก forebrain ส่วน copora quadrigemina, cerebral peduncles cerebral apueduct (ท่อที่ต่อระหว่าง ventricle ที่ ๓ และที่ ๔) เจริญมาจาก midbrain และส่วนที่ medulla oblongata, pons Varolii และ cerebellum รวมทั้ง ventricle ที่ ๔ เจริญมาจาก hindbrain

น้ำหนักของสมองในเด็กรุ่นหนุ่มประมาณ ๑๓๕๐ กรัม (๔๗.๖ ออนซ์) ในเด็กรุ่น

สาวประมาณ ๑๒๕๐ กรัม (๔๔ ออนซ์) น้ำหนักของสมองนี้แสดงถึงความเจริญเติบโตของมันในตอนที่เป็นเด็ก ซึ่งก็มีการเพิ่มขนาดของตัวเซลล์ และ processes ของมัน หรือการที่มี myelin sheath หุ้ม และเพิ่มจำนวนของ neuroglia สมองเจริญรวดเร็วในระยะ ๕ ขวบแรก และโดยทั่วไปจะหยุดเจริญหลังจากอายุ ๒๐ ปี ส่วนอายุยิ่งมากเข้าน้ำหนักของสมองจะยิ่งเล็กลง

(รูปที่ ๑๑๑)

(ส่วนต่าง ๆ ของประสาทส่วนกลาง)

การเจริญของสมอง ไม่ใช่มันเจริญขึ้นเฉพาะส่วนประกอบของมันเท่านั้น แต่เส้นประสาทและทางเดินของกระแสร์ประสาทก็ต้องถูกสร้างขึ้นด้วย เช่น synapse เพราะเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ของมัน เช่นความคิดนึกจำ และอารมณ์ต่าง ๆ การหัดใช้สมอง

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

ทำให้สมองไวและเจริญได้ดี เช่นเดียวกับการออกกำลังของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อไม่เหี่ยว และไม่เสียหน้าที่ของมัน

สมองแบ่งออกเป็น brain stem, cerebrum และ cerebellum

(รูปที่ ๑๑๒)

(แสดง brain stem, cerebrum และ cerebellum ที่มองจากสมองที่ถูกตัดครึ่งจากทางด้านหน้ามาทางด้านหลัง)

Brain stem นั้นมี pons, medulla oblongata และ midbrain ที่เป็นก้านของ cerebrum กับ cerebellum, copora quadrigemina และ red neucleus

Basal neuclei เป็น ganglion หรือกลุ่มหนึ่งของ gray matter ที่อยู่ตอนลึกของ cerebral hemisphere ทั้งสองข้างและติดกับ brain stem

ใน brain stem และ basal neuclei ประกอบด้วยหมู่เซลล์ที่อยู่ในสมองและ tract ของ sensory และ motor fibers ที่ติดต่อระหว่างไขสันหลังกับสมอง และติดต่อระหว่างสมองส่วนหนึ่งกับส่วนอื่น ๆ

Cerebrum เป็นส่วนใหญ่ที่สุดของสมอง เป็นรูปไข่อยู่เต็มทางส่วนบนของกระโหลกศีรษะ ด้านนอกทั้งหมดของมันไม่ว่าส่วนบนหรือด้านล่างประกอบด้วยชั้น graymatter ซึ่งเรียก cortex ข้างในเป็น white matter ซึ่งประกอบด้วยเส้นประสาทเส้นละเอียด ๆ ที่ทอดไป ๓ ด้าน คือ (๑) ทอดจากข้างบนลงข้างล่าง พวกนี้ช่วยติดต่อ cerebrum กับสมองส่วนอื่น ๆ และไขสันหลัง (๒) ทอดจากข้างหน้าไปข้างหลัง ติดต่อระหว่าง gyri ที่อยู่ด้านเดียวกันของ cerebrum และ (๓) จากข้างหนึ่งของ cerebrum ไปอีกข้างหนึ่งซึ่งติดต่อ cerebrum ซีกซ้าย และซีกขวา fiber ของมันช่วยติดต่อส่วนต่าง ๆ ของสมองเข้าด้วยกัน และติดต่อระหว่างสมองและไขสันหลัง (ดูรูปที่ ๑๑๕–๑๑๖)

(รูปที่ ๑๑๓)

(สมองมองจากพื้นล่าง)

Fissure (ร่อง) และ gyri (ส่วนที่นูนขึ้นมาของเนื้อสมอง)

ในเด็กที่อ่อนวัยมาก cortex ของ cerebrum จะเรียบต่อเมื่อสมองเจริญมาก ๆ เข้า บางตอนของมันจะมีร่องลงไปลึกก็เรียก fissure ถ้าตื้นเรียก sulci และส่วนที่นูนที่อยู่ระหว่าง sulci ทั้ง ๒ ข้างก็เรียก gyri ส่วน fissure นั้นที่สำคัญมี (๑) Longitudinal cerebral fissure ซึ่งทอดมาจากข้างหลังไปข้างหน้าของ cerebrum เป็นร่องยาวเกือบสุดที่

ตรงกลางของ cerebrum แบ่งมันออกเป็น ๒ ซีก คือ cerebral hemisphere และตรงกลางของมันมี fiber ดึขาวเป็นแผ่นกว้างเรียก corpus collosum ทอดขวางอยู่ dura matter หรือเยื่อที่หุ้มสมองชั้นนอกทอดหุ้มลึกลงไปในร่องนี้ซึ่งแยก cerebrum ออกจากซีกขวาและซีกซ้าย

(รูปที่ ๑๑๔)

(ภาพตัดของสมองจากข้างหน้าไปข้างหลังแสดงถึง tract ของเส้นประสาทบางอัน จากไขสันหลังไป cerebral cortex และไปสู่ cerebellum)

(รูปที่ ๑๑๕)

(รูปตัดของสมองแสดงทางที่ gyri ติดต่อกัน และติดต่อระหว่างด้านทั้งสองของสมองส่วน fiber ที่อยู่ในส่วนที่มันติดต่อกับส่วนอื่นนั้นถูกตัดตามขวาง มองเห็นเป็นจุด ๆ และรอบ ๆ เป็น myelin sheath ที่หุ้มมัน)

โลหิตที่เลี้ยงสมองไหลกลับออกมาในร่องที่เรียก sinuses ของ cerebrum มี ๒ แห่ง คือ superior saggital sinus ซึ่งอยู่ริมบนและ inferior saggital sinus (ดูรูปที่ ๑๑๗) นอกจากนี้มี straight sinus, lateral superior pertrosal (๒) Transverse fissure เป็นร่องที่อยู่ระหว่าง cerebrum และ cerebellum ในร่องนี้เยื่อหุ้มสมองชั้นนอกสุดหุ้มลึกลงไปเหมือนกัน และไปคลุมส่วนบนของ cerebellum และส่วนล่างของ cerebrum ไว้ซึ่งเรียกว่า tentorium cerebellum (๓) Central sulcus หรือ fissure of Rolando (๔) Lateral cerebral fissure หรือ fissure of sylvius (๕) parieto occipital fissure ทั้ง ๓ ๔ ๕ อันข้างล่างนี้ แต่ละซีกของ cerebrum มีอย่างละหนึ่งร่อง (ดูรูปที่ ๑๑๗)

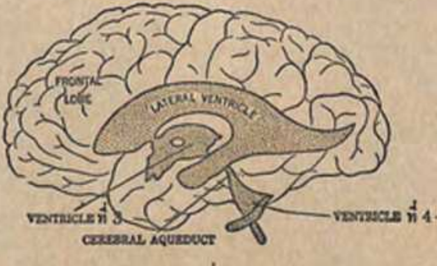
(รูปที่ ๑๑๖)

(แสดง Tentorium และ sinuses ทางด้านของซีกซ้าย ของ cerebrum)

(รูปที่ ๑๑๗)

(ซีกซ้ายของ cerebrum มองจากด้านบน)

Cerebrum มี ๒ ซีก ๆ หนึ่งเรียก cerebral hemisphere ซึ่งถูกแบ่งโดยร่องที่อยู่ตามยาว และร่องที่กั้นตามขวาง แบ่ง cerebrum กับ cerebellum นอกจากนี้มีร่องอื่นอีก ๓ ร่อง ซึ่งแบ่ง hemisphere แต่ละอันออกเป็น ๕ lobes โดยมากมีชื่อตามกระดูกที่อยู่เหนือมันเช่น frontal lobe, parietal lobe, temporal lobe occipital lobe และ insula (ได้ชื่อมาจาก นักกายวิภาคชาวฮอลันดา ๑๗๕๙-๑๘๑๒) สำหรับ lobe นี้ถ้าตรวจดูผิว ๆ ของ hemisphere จะไม่เห็น เพราะมันอยู่ข้างใน lateral cerebral fissure และข้างบนมันมี gyri ของ parietal และ frantal lobe คลุมอยู่ซึ่งถ้าเปิดดูจะเห็น



(รูปที่ ๑๑๘)

(ดู ventricles ของสมองจากด้านข้าง)

Ventricles ของสมอง เป็นช่องอยู่ภายในสมอง มี Lateral ventricles ๒ ช่อง (ซึ่งติดต่อระหว่าง hemisphere ทั้ง ๒ ซีก) พื้นของ lateral ventricles เป็น basal nuclei ส่วน ventricle ที่ ๓ อยู่ข้างหลัง lateral ventricle ซึ่งมีช่องเปิดเล็ก ๆ เรียก foramen of Monro (ชื่อมาจากนักกายวิภาคชาวสก๊อต ๑๖๙๗-๑๗๖๗) ventricle ที่ ๔ อยู่ข้างหน้า cerebellum แต่ข้างหลัง pons และ medulla ช่องที่ ๓ และช่องที่ ๔ มีทางติดต่อกันโดยช่องเล็ก ๆ เรียก aqueduct ของ cerebrum ตรงหลังคาของ ventricle ที่ ๔ มีช่องเปิด ๓ ช่อง โดยช่องทั้ง ๓ นี้ ventricle จึงมีทางเปิดติดต่อกับ subarachnoid cavity และถ่ายเทหมุนเวียนน้ำเลี้ยงสมองจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่ง

หน้าที่ของ cerebrum ในสัตว์ชั้นสูงคิดว่า cerebrum เป็นส่วนใหญ่ของศูนย์กลางประสาทแห่งความจำ เหตุผล เชาวน์ปัญญา เชื่อตนเอง และความคิดนึกต่าง ๆ และความรู้สำนึกผิดถูก (consciousness) และร่วมงานกับหน้าที่ต่าง ๆ ของร่างกายที่เกี่ยวกับสมองออกคำสั่งได้ นอกจากนี้มีศูนย์ที่เร่งและระงับ reflex acts ต่าง ๆ ที่ทำงานอยู่เหนืออำนาจจิตใจอื่น ๆ เช่น การหัวเราะ ร้องไห้ ถ่ายปัสสาวะ อุจจาระ ฯลฯ

จากผลที่ได้จากการใช้สัตว์ทดลอง และการสังเกตจากบุคคลที่ได้รับอันตรายจากแผลหรือโรคของสมองทางส่วน cerebrum นักสรีรศาสตร์สามารถจะบอกได้ว่า บริเวณใดของสมองที่คอยคุมการทำงานของ motor และ sensory บางคนก็สามารถสรุปได้ว่าภายใน cerebrum ทำหน้าที่เกี่ยวกับความนึกคิดต่าง ๆ แต่ก็ไม่มีใครให้ข้อสังเกตว่ามันมีหน้าที่อย่างเดียวโดยแท้ ภายใน cerebrum ก็ติดต่อกันและกัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบประสาท จะกระทบกระเทือนไปถึงการทรงตัวของร่างกาย

บริเวณหรือส่วนของสมองที่ทำหน้าที่ ควบคุมหน้าที่หนึ่งหน้าที่ใดของร่างกายโดยเฉพาะ เรียกว่า area หนึ่ง ภายใน cerebrum แบ่งออกเป็นดังนี้คือ

(๑) Motor area เป็นส่วนของสมองที่ ทำให้มีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อพวก skeletal และมีเส้นประสาทไปเลี้ยงอวัยวะบางอันเช่น ลิ้น ปาก นิ้วมือ ขา

(๒) Sensory area ศูนย์กลางประสาทที่นำความรู้สึกเข้ามาสู่ประสาทส่วนกลาง ซึ่งมี visual area รับการเห็นต่าง ๆ อยู่ในส่วนหลังของ occipital lobe และ auditory area รับ

เสียงอยู่ในส่วนบนของ temporal lobe และ olfactory และ gustatory area ซึ่งรับกลิ่นและรส พวกนี้ก็อยู่ทางส่วนหน้าของ temporal lobe

ตอน cerebral cortex มี areas เล็ก ๔ แห่งที่เป็น speech area ซึ่งมันจะมีอยู่ข้างใดข้างหนึ่งของ hemisphere เท่านั้น ในคนที่ถนัดขวา area นี้ทั้งหมดจะอยู่ใน hemisphere ซีกซ้าย และในคนที่ถนัดซ้ายก็อยู่ในซีกขวา area นี้เกี่ยวกับรากฐานของภาษา ที่เราใช้พูด ว่าถ้าเราใช้คำนี้หมายถึงอะไร และสามารถเข้าใจคำพูดของคนทั่วไป ถ้าศูนย์กลางประสาทเหล่านี้มีอันตรายไปจะไม่สามารถพูดเลยเป็นใบ้ (aphasia). และไม่สามารถเขียนทั้งไม่สามารถเข้าใจภาษาพูดและเขียนด้วย

การเป็นใบ้มี ๒ ชนิดคือ motor aphasia ไม่สามารถจะพูดหรือออกเสียงได้ ถึงแม้ว่ากล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการพูดไม่เป็นอัมพาต และ sensory aphasia หมายถึงไม่สามารถจะเข้าใจตัวหนังสือที่เขียน พิมพ์ หรือความหมายของคำที่ใช้พูดกัน ถึงแม้ว่าสามารถจะเห็นหรือได้ยินอยู่ก็ตาม

(๓) Association area เป็น area ที่ไม่มีหน้าที่ใด ๆ โดยเฉพาะ คือบริเวณเหล่านี้มีเส้นประสาทที่ช่วยติดต่อระหว่าง motor และ sensory area นี้เป็นที่ทำให้เกิดความจัดเจนหรือชำนาญ สัตว์ที่เราสามารถจะฝึกหัดให้ทำอะไร ๆ ได้ area นี้มักเจริญใหญ่ขึ้น

Midbrain เป็นส่วนที่เล็ก สั้น ที่ช่วยให้ pons และ cerebellum ติดต่อกับ cerebral hemisphere ประกอบด้วย (๑) cerebral peduncles ที่มีรูปยาว ๆ ๒ อัน ซึ่งประกอบไปด้วยเส้นประสาทที่ทอดขึ้นและลง จาก cerebrum ที่อยู่ข้างบนและ medulla กับไขสันหลังที่อยู่ข้างล่าง (๒) copora quadrigemina (ดูรูปที่ ๑๑๓) (๓) Aqueduct of sylvius ซึ่งเป็นทางเปิดระหว่าง ventricle ที่ ๓ และที่ ๔

Cerebellum อยู่ทางส่วนล่าง และข้างหลังของช่องกระโหลกศีรษะ อยู่ใต้ cerebrum ทางด้านหลัง ซึ่งแยกออกจาก cerebrum โดยมี tentorium cerebelli (ซึ่งเป็นชั้นของ dura matter) และอยู่ข้างหลัง pons และส่วนบนของ medulla oblongata มีรูปไข่

ชั้นนอกของ cerebellum ประกอบด้วย gray matter และมีร่องตื้น ๆ อยู่เป็นจำนวนมาก ระหว่างร่องนั้นไม่มี gyri Gray matter นี้มีเซลล์ที่ให้เส้นประสาท ไปสู่ส่วนอื่น ๆ

กรมศิลปากร

ของสมอง และเซลล์ที่รับเส้นประสาทที่มาจากที่อื่นมาสู่ cerebellum ติดต่อกับ cerebrum โดย superior peduncles ติดต่อกับ pons โดย middle peduncle และกับ medulla โดย inferior peduncle ซึ่ง peduncles เหล่านี้ต่างก็เป็น เส้นประสาทที่มารวมกันเป็นมัด ซึ่งเป็นทางรับและส่งกระแสร์ประสาท จาก motor center ใน cerebrum และจาก semicircular canal ของหูชั้นใน และจากกล้ามเนื้อ

จากการศึกษาในวิวัฒนาการของไข่ในครรภ์มารดาแสดงว่า cerebellum เจริญมาจากเซลล์ตรงใจกลางของ semicircular canal ใน medulla

หน้าที่ของ cerebellum รับกระแสร์ประสาทที่นำความรู้สึกมาจากผนังด้านนอกของร่างกาย และจาก cerebral cortex แล้วส่งต่อไปให้ motor center ทั้งหมดที่อยู่ผนังด้านนอกของร่างกาย และช่วยรักษาการทรงตัว (equilibrium) และ tone ของกล้ามเนื้อพวกที่มีการเคลื่อนไหวที่อยู่ในอำนาจของจิตใจ ไม่มีหน้าที่เกี่ยวกับความนึกคิด ในมนุษย์ถ้า cerebellum ได้รับอันตรายทำให้กล้ามเนื้อทั้งหมด ๆ ก็จะไม่มี tone และกล้ามเนื้อที่ช่วยให้มีการเคลื่อนไหวของแขนขาก็ไม่สามารถจะเคลื่อนไหวได้ หรือการเดินอาจจะมีความลำบากมาก เพราะเวลาเดินไม่สามารถจะบังคับหรือควบคุมกล้ามเนื้อของขาได้ หรือมีความลำบากในเวลาพูด เพราะกล้ามเนื้อของลิ้นและขากรรไกรไม่ทำงานร่วมกัน ร่างกายจะเสียหน้าที่ในส่วนใด ๆ ก็ต้องแล้วแต่ว่า cerebellum ส่วนไหนพิการ ซึ่งโดยมากมักจะเป็นด้านเดียวกัน แต่ถ้า cerebellum ทั้งสองซีกได้รับอันตรายอง จึงเท่ากับหน้าที่ของกล้ามเนื้อทั้งหมดของร่างกายเสียไปด้วย ซึ่งไม่มีหวังจะรักษาให้หายได้

Pons (Varolii) ตั้งอยู่ข้างหน้าของ cerebellum อยู่ระหว่าง midbrain กับ medulla oblongata ซึ่งมีเส้นประสาทสีขาวที่ทอดไปตามขวางและตามยาวพันกันอยู่ เส้นประสาทเหล่านี้ปนกันอยู่กับ gray matter เส้นที่ทอดตามขวางออกมาจาก middle peduncle ของ cerebellum ส่วนเส้นที่ทอดตามยาวช่วยติดต่อระหว่าง medulla กับ cerebrum ภายใน pons นั้นมี neuclei และเส้นประสาทของสมองคู่ที่ ๕ ๖ ๗ และ ๘

หน้าที่ของ pons ช่วยติดต่อระหว่าง cerebellum ๒ ซีก และติดต่อระหว่าง medulla กับ cerebellum ที่ริมขอบบนของ pons มีเส้นประสาทของสมองคู่ที่ ๕ ออกมา ส่วนคู่ที่ ๖

๗ และ ๘ ออกมาจากร่องตื้น ๆ ที่อยู่ระหว่าง pons กับ medulla

Medulla oblongata เป็นตอนปลายต่ำสุดของสมองอยู่ข้างบนของไขสันหลังติดต่อระหว่างสมองกับไขสันหลังมีรูปสามเหลี่ยม ถ้าดูภายนอกนั้น medulla ก็คล้ายกับไขสันหลังตอนบน แต่ถ้าดูโครงสร้างภายในแล้วต่างกันมาก เพราะภายในของ medulla เป็นทางเดินใหญ่ (tracts) ของกระแสประสาทของไขสันหลังที่นำกระแสขึ้นหรือลงนั้น และมีเส้นประสาทอีกเป็นจำนวนมากที่ติดต่อระหว่าง medulla ทั้งสองข้าง และเซลล์ประสาทภายใน medulla มารวมกันเป็นกลุ่มหรือเป็น neuclei บางกลุ่มก็เป็นศูนย์กลางที่ตั้งต้นของเส้นประสาทสมองบางเส้น เช่นแขนง motor ของคู่ที่ ๙ นอกจากนี้ก็เป็นที่ตั้งต้นของคู่ที่ ๑๐ ๑๑ และ ๑๒ นอกจากนี้ก็เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาทจากภายนอกที่จะขึ้นไปสู่สมอง บางอันก็เป็นศูนย์กลางที่ควบคุมหน้าที่ต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การเต้นของหัวใจ การหดตัวของเส้นโลหิต และศูนย์กลางควบคุมการหายใจ

หน้าที่ช่วยนำกระแสประสาทขึ้นและลงระหว่างไขสันหลังกับสมอง นอกจากนี้มีศูนย์กลางควบคุมการเต้นของหัวใจ การหดตัวของเส้นโลหิตและศูนย์กลางการหายใจ และควบคุมหน้าที่ของปฏิกิริยาสะท้อนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การไอ และจาม และเป็นที่ตั้งต้นเส้นประสาทของสมองคู่ที่ ๙ ๑๐ ๑๑ และ ๑๒

ศูนย์กลางที่ระงับหรือลดการเร่งของหัวใจ (cardiac inhibitory center) ประกอบด้วยหมู่เซลล์ที่อยู่ใน medulla คืออยู่ตรง neucleus ของเส้นประสาทสมองคู่ที่ ๑๐ เส้นประสาทจากที่นี้ไปรวมและประสานกับเส้นประสาทจาก sympathetic ที่ไปเลี้ยงหัวใจเป็น plexus ขึ้นเรียก cardiac plexus ซึ่งอยู่ใน arch ของ aorta จาก plexus นี้หัวใจรับเส้นประสาทจำพวกช่วยระงับการเร่งของหัวใจ (inhibitory fibers) ซึ่งทำให้หัวใจเต้นช้าลงกว่าธรรมดา หน้าที่ของหัวใจนี้ควบคุมโดยรับกระแสประสาทจาก sympathetic nerves ด้วยซึ่งช่วยเร่งการเต้นของหัวใจที่เรียกศูนย์กลางของ accelerator nerve ซึ่งทำหน้าที่ตรงกันข้าม

ศูนย์กลาง ที่ทำให้เส้นโลหิต หดตัวประกอบ ด้วยหมู่เซลล์ ที่อยู่ใน medulla ที่ให้ fiber ลงไปในไขสันหลังตอนต่าง ๆ กันไปประกอบเป็น synapse ขึ้น กับ neurons ที่อยู่

ใน column ทางด้านหน้าของ gray matter Neuron ของไขสันหลังตอนนี้เป็น preganglionic vasoconstrictorfiber ซึ่งไปสิ้นสุดที่ sympathetic ganglia ซึ่งต่อจากนี้ไปก็เป็น post ganglionic fiber ศูนย์กลางประสาทและเส้นประสาทนี้ทำหน้าที่โดยสม่ำเสมอกัน และสามารถกระตุ้นประสาทที่รับความรู้สึกต่าง ๆ ที่จะให้เกิดปฏิกิริยาสะท้อน เซลล์แต่ละตัวที่อยู่ตรงศูนย์กลางที่ควบคุมนี้ ต่างติดต่อกับทางเดินประสาทตามที่ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ที่จะไปทำให้เส้นโลหิตหดตัว เช่น เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงลำไส้ และผิวหนัง

แต่กำลังทำงานของศูนย์กลางประสาทเหล่านี้อาจจะเร่งหรือลดลงได้ ถ้าเส้นประสาทถูกกระตุ้นก็ไปกระตุ้น vasoconstrictor center ทำให้เส้นโลหิตที่ไปสู่อวัยวะภายนอกของร่างกายหดตัว และความดัน (pressure) ในเส้นโลหิตจะสูงขึ้น เพราะฉะนั้นบางทีเรียกเส้นประสาทนี้ว่า pressor fiber ส่วนเส้นประสาทที่ถูกกระตุ้นแล้วให้ผลตรงกันข้าม ทำให้การทำงานลดลง หรือทำให้เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายนอกร่างกายขยายตัวขึ้น แล้วความดันภายในเส้นโลหิตจะลดลง เส้นประสาทนี้บางทีก็เรียก depressor fiber

(รูปที่ ๑๑๘)

(ตำแหน่งที่อยู่ของหน้าที่ต่าง ๆ ใน Cerebral cortex)

Vasodilator fibers (เส้นประสาทที่ทำให้เส้นโลหิตขยายตัว) เป็นเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงเส้นโลหิตต่าง ๆ ซึ่งเมื่อมันถูกกระตุ้นจะทำให้เส้นโลหิตนั้น ๆ ขยายตัว เช่นเส้นประสาทพวก facial nerve และ glossopharyngeal nerve ใน sympathetic nerve และเส้นประสาทที่ไปสู่บริเวณอุ้งเชิงกราน เส้นประสาทเหล่านี้มีศูนย์กลางที่ควบคุมอยู่ในสมอง

ศูนย์กลางที่ควบคุมการหายใจ (Respiratery center) ซึ่งอยู่ใน medulla oblongata จากผลของการทดลองทำให้เชื่อว่า ศูนย์กลางควบคุมการหายใจนี้เป็น autonomic เพราะมันทำงานไม่หยุดหย่อนเหมือนกับศูนย์กลางที่ควบคุมการเต้นของหัวใจ แต่ว่ามันมีความรู้สึกไวมาก ถ้ามีอะไรมากระตุ้นนิดเดียวทั้งนี้เชื่อว่าศูนย์กลางนี้มีการติดต่อกับ sensory fibers ของเส้นประสาทสมองและไขสันหลังทั้งหมด และติดต่อกับทางเดินกระแสประสาททั้งหมดที่อยู่ระหว่าง cerebrum และ medulla เพราะฉะนั้นถ้ามีการกระตุ้นที่เส้นประสาทรับความรู้สึกจากภายนอกของร่างกายเหล่านี้ (เช่นราดน้ำเย็นรดตัว หรือแสงสว่างจ้าเข้าตา หรือมีเสียงดังเกินไป) หรืออารมณ์ต่าง ๆ ก็เป็นผลที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอัตราของการหายใจถี่ และห่างลงได้

vagus nerve และเส้นประสาทสมองอีกหลายเส้นที่ออกมาจาก medulla ทำให้เกิดปฏิกิริยาสะท้อน เช่น จาม ไอ อาเจียร การเคลื่อนไหว และขับน้ำย่อยของอวัยวะที่เป็นทางเดินอาหาร นอกจากนี้ใน medulla ยังมีศูนย์กลางของการไหลเวียนของโลหิต และศูนย์กลางควบคุมการเต้นของหัวใจ

เยื่อหุ้มสมอง (meninges) เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังเป็นเยื่ออันเดียวกัน มี ๓ ชั้นนับจากชั้นนอกเข้าไปมี dura mater, arachnoid mater และ pia mater

ชั้นนอกสุด หรือ dura mater เป็น fibrous connective tissue ที่หนาและมีเส้นโลหิตมาเลี้ยงเป็นจำนวนมาก ตรงที่หุ้มสมองและไขสันหลังนั้นถึงจะติดต่อเป็นชั้นเดียวกัน แต่มันก็ต่างกัน ซึ่งจะแยกอธิบายดังนี้ ตอนที่มันหุ้มสมองเราเรียกว่า cranial dura mater ซึ่งเป็นเยื่อ ๒ ชั้นอัดติดกัน และบางแห่งมันอ้าออกจากกันเป็น sinuses สำหรับเป็นทางออกของโลหิตดำที่เลี้ยงมันสมอง ชั้นนอกสุดติดแน่นกับกระดูกกระโหลกศีรษะหรือเรียกว่าเยื่อหุ้มกระดูกกระโหลกศีรษะชั้นใน ส่วนชั้นในของมันช่วยหุ้มสมอง และหุ้มแนบไปตามร่อง

เว้าและรอยนูนของกลีบต่าง ๆ ของสมอง ส่วนตอนที่หุ้มไขสันหลังเรียก spinal dura mater เป็นชั้นที่ไม่ค่อยหนา และมีแต่ชั้นในของ dura mater เท่านั้น เพราะว่าชั้นนอกของมันสิ้นสุดลงที่ foramen magnum และต่อจาก foramen magnum ลงไปก็เป็นเยื่อหุ้มกระดูกที่บุช่องไขหลังระหว่าง spinal dura mater กับ arachnoid mater มีช่องว่างอยู่เรียกว่า sub dura cavity ในนั้นมีน้ำนิดหน่อย เพื่อช่วยให้ความชุ่มชื่นแก่เยื่อทั้งสอง

เยื่อหุ้มสมองชั้นกลางหรือ arachnoid mater เป็นเยื่อพวก serous ที่ละเอียดอ่อนอยู่ระหว่าง dura mater กับ pia mater ส่วนที่หุ้มสมองคลุมสมองอยู่อย่างหลวม ๆ ชั้นนี้ไม่ได้หุ้มแนบติดไปกับรอยนูนและร่องของสมอง เหมือนชั้น dura ตอนที่มันหุ้มไขสันหลังนั้นมีรูปเป็นท่อ และหุ้มอยู่รอบ ๆ ไขสันหลังอย่างหลวม ๆ ระหว่างชั้นนี้กับ pia mater มีช่องว่างอยู่เรียก subarachniod cavity ซึ่งเป็นที่อยู่ของน้ำไขสันหลัง

ชั้นในสุด หรือ pia mater เป็นชั้นบาง ๆ ของ areolar connective tissue ที่เต็มไปด้วยร่างแหของเส้นโลหิต ตอนที่หุ้มสมองนั้นแนบไปกับเนื้อของสมองเลย และตอนที่หุ้มไขสันหลังก็แนบไปกับเนื้อของไขสันหลังทั้งหมด และหุ้มลงไปใน ventral fissure แต่ว่าหนากว่า และมีเส้นโลหิตไปเลี้ยงน้อยกว่าตอนที่อยู่ที่สมอง

น้ำในช่องสมองและไขสันหลัง (cerebrospinal fluid) เป็นน้ำที่ซึมออกมาจากโลหิตโดย epithelial cell ที่หุ้ม choroid plexuses ของ ventricle (choroid plexuses เป็นชั้นของ pia mater ที่อยู่ใน ventricles ซึ่งเป็นตอนที่มีเส้นโลหิตไปเลี้ยงมากกว่าที่อื่น) ภายหลังที่ซึมออกมาใน lateral ventricles แล้วก็จะออกมาตาม foramen of monro ไปสู่ ventricle ที่ ๓ แล้วไปตามท่อ aqueduct ไปสู่ ventricle ที่ ๔ เข้าไปตาม foramen ที่อยู่ใน subarachnoid spaces ที่อยู่ระหว่าง cerebellum ตอนล่างและด้านหลังของ medulla oblongata จากที่นี่จะลงไปยัง subarachnoid spaces ของไขสันหลัง

น้ำไขสันหลังนั้นมีประมาณ ๘๐ – ๒๐๐ ซีซี มีสี มีฤทธิ์เป็นด่าง มีความถ่วงจำเพาะ ๑.๐๐๔–๑.๐๐๗ เป็นน้ำซึ่งมี protein น้ำตาลนิดหน่อย และมีเกลือเหมือนใน blood plasma นอกจากนั้นมี lymphocytes เล็กน้อย มีคาร์บอนไดอ็อกไซด์และ pituitary hormone น้ำนั้น

มีประโยชน์ในการช่วยอาบเลี้ยงและหล่อลื่นสมองและไขสันหลังให้ชุ่มชื้น นอกจากนี้ช่วยป้องกันเมื่อมีความกดดันต่าง ๆ

(รูปที่ ๑๒๐)

(*รูปตัดของสมอง แสดง* basal neuclei, internal capsule, pons และ medulla)

การที่มีหนองหรือการอักเสบใด ๆ ก็ตามของเยื่อหุ้มสมองทำให้ลุกลามไปสู่ไขสันหลังได้รวดเร็วมาก การอักเสบเหล่านี้บางทีก็ทำให้น้ำไขสันหลังเพิ่มขึ้นซึ่งไปคั่ง และทำให้ความดันภายในมีมากขึ้นทำให้คนไข้มีการปวดหัว ชีพจรช้า และการหายใจช้า คนไข้อาจจะไม่รู้สึกตัวเลยก็ได้ โดยเหตุนี้แพทย์มักจะเจาะเอาน้ำไขสันหลังออกมาเพื่อตรวจดู การเจาะน้ำไขสันหลังเราเรียกว่า lumbar puncture วิธีนี้ก็ใช้เข็มเจาะเข้าไประหว่างกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๓ และ ๔ เข้าไปใน subarachnoid spaces ทางด้านขวา เพราะฉะนั้นโดยมากให้คนไข้นอนตะแคงซ้าย ให้งอเข่าขึ้นไปสูงที่สุด เพื่อให้ช่องระหว่างกระดูกสันหลังอ้ามากๆ จุดประสงค์ของการที่เจาะเอาน้ำไขสันหลังออกมานี้เราทำเพื่อ (๑) ใช้ในการทำนายโรคที่เกี่ยวกับเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ (meningitis) ในโรค syphilis และโรคที่มี

ความดันในสมองมาก และโลหิตตกในสมอง (๒) ใช้ในการรักษาเช่น ก. ลดความดันภายในที่มีการอักเสบของเยื่อหุ้มสมอง และไขสันหลัง และเด็กที่มีหัวโตเนื่องจากมีน้ำในช่องสมองมาก ในโรคปัสสาวะเป็นพิษ (uremia) และโรคชักในเด็ก ๆ ข. เพื่อใส่ยาบางชะนิด เช่น antimeningitis serum, antipneumococcus serum และ tetanus antitoxin

เส้นประสาทของสมอง (Cranial nerve)

เส้นประสาทของสมอง คือเส้นประสาทที่ออกและเข้าสู่สมองโดยตรงมี ๑๒ คู่ทอดเข้าและออกมาจากพื้นล่างของสมอง แล้วทะลุออกมาตามรูเล็ก ๆ ที่อยู่ที่ฐานของช่องสมอง เส้นประสาทเหล่านี้มีทั้ง motor, sensory และ mixed nerves

เส้นประสาทของสมองถ้าจะเปรียบเทียบกับ เส้นประสาทของไขสันหลัง ก็เหมือน กัน ทั้งนี้คือ motor fiber ของไขสันหลังตั้งต้นจากตัวเซลล์ที่อยู่ใน ventral column ของไขสัน และ sensory fibers ตั้งต้นจากตัวเซลล์ที่อยู่ในกลุ่มเซลล์ข้างนอกไขสันหลัง (ganglia) ส่วน motor fibers ของเส้นประสาทสมองตั้งต้นจากตัวเซลล์ที่อยู่ภายในสมองและ sensory fibers ก็ตั้งต้นจากกลุ่มของเซลล์ที่อยู่ข้างนอกสมองซึ่งอาจจะอยู่ภายในอวัยวะที่รับความรู้สึกจากภายนอกโดยตรงเช่น จมูก ตา

เส้นประสาทสมองเขาเรียกออกมาจากตำแหน่งที่มันออกมาจากสมอง หรือมีชื่อตามหน้าที่ของมันหรือบริเวณที่มันไปเลี้ยง ทั้งนี้คือ

คู่ที่ ๑ Olfactory nerves เป็น sensory nerves สำหรับรับกลิ่นตั้งต้นจากตรงกลางหรือส่วนลึกของ olfactory cells ของเยื่อบุจมูก แล้วเส้นประสาทเหล่านี้ไปประสานกันเป็นร่างแห แล้วแยกออกไปเป็นแขนงประมาณ ๒๐ แขนง ซึ่งแทงออกตาม cribiform plate ของกระดูก ethmoid และไปประกอบเป็น synapse กับเซลล์ของ olfactory bulb จากที่นี้เส้นประสาทจะทอดเข้าข้างในไปยังศูนย์กลางที่อยู่ใน cerebrum

คู่ที่ ๒ Optic nerves เป็น sensory nerves สำหรับการเห็นต่าง ๆ เป็นเส้นประสาทที่ตั้งต้นจากหมู่เซลล์ที่อยู่ใน retina

คู่ที่ ๓ Oculomotor nerves เป็น motor nerves ตั้งต้นจากหมู่เซลล์ที่อยู่พื้นล่างของ cerebral aqueduct เป็นเส้นประสาทสมองที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ extrinsic ของลูกตาทั้ง

๔ (คือ superior, inferior, medial และ inferior oblique rectus muscles) และกล้ามเนื้อพวก intrinsic ทั้งสองของตาคือ ciliaris และ sphincter pupillae และเส้นประสาทนี้ติดต่อกับ ciliary ganglion ที่อยู่ทางส่วนหลังของเบ้าตา

คู่ที่ ๔ Trochlea nerves เป็น motor nerves ตั้งต้นที่เดียวกับคู่ที่ ๓ ซึ่งเป็นเส้นประสาทไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ superior oblique ของตา

คู่ที่ ๕ Trigeminal หรือ trifacial nerves เป็น mixed nerves เป็นเส้นประสาทสมองเส้นใหญ่ที่สุด มี sensory nerves ที่สำคัญที่รับความรู้สึกจากหน้าและศีรษะ ส่วน motor nerves นั้นส่งความรู้สึกไปยังกล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการเคี้ยว Fibers ของ motor ทอดออกจากหมู่เซลล์ที่อยู่ใน cerebral aqueduct และหมู่เซลล์ที่อยู่ในส่วนบนของ pons Fiber ของ sensory นั้นตั้งต้นจากเซลล์ใน trigeminal ganglion ซึ่งอยู่ในช่องของ dura mater ใกล้กับยอดของ petrous ของกระดูกขมับ Fibers ของมัน จากทั้งสองแห่งนี้มาพันกันเป็นเส้นใหญ่อันเดียว แล้วแยกออกไปเป็น ๓ แขนงคือ

(๑) Opthalmic เป็น sensory nerve และเป็นแขนงที่เล็กที่สุด ซึ่งแยกออกเป็นแขนงเล็ก ๆ อีก ๓ แขนงคือ lacrimal, frontal และ nasociliary และติดต่อกับคู่ที่ ๓ ๔ และคู่ที่ ๖ แขนงของมันไปเลี้ยงแก้วตา (cornea) ciliary body และม่านตา (iris) ต่อมน้ำตา และเยื่อบุข้างในหนังตา หนังตา คอ หน้าผาก จมูก และเยื่อบุช่องจมูก

(๒) แขนง maxillary เป็น sensory nerves ให้แขนงเล็ก ๆ ไปเลี้ยงเยื่อหุ้มสมองชั้นนอก หน้าผาก หนังตาล่าง ข้าง ๆ เบ้าตา ริมฝีปากบน เหงือก และฟันของขากรรไกรบน เยื่อและผิวหนังของแก้มและจมูก

(๓) แขนง mandibular เป็นแขนงใหญ่ที่สุดใน ๓ แขนงนี้ คือมีทั้ง sensory และ motor ให้แขนงเล็ก ๆ ไปเลี้ยงบริเวณขมับ ใบหู ริมฝีปากล่าง ส่วนล่างของหน้า ฟันเหงือกของขากรรไกรล่าง และกล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคี้ยว เยื่อของลิ้นทางส่วนหน้า และเป็นเส้นประสาทของลิ้น

คู่ที่ ๖ Abducent nerves เป็น motor nerves ตั้งต้นจากกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ ที่อยู่ใต้พื้นด้านล่างของ ventricle ที่ ๔ ไปเลี้ยง lateral rectus muscle กล้ามเนื้อของตา

คู่ที่ ๗ Facial nerves เป็น mixed nerve คือมีทั้ง motor และ sensory fibers พวก motor ตั้งต้นจากกลุ่มเซลล์ที่อยู่ในส่วนล่างของ pons และ sensory fibers ตั้งต้นจาก geniculate ganglion ที่อยู่บน facial nerve เส้นประสาทนี้แยกออกเป็นหลายแขนง พวก motor ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของหน้า หนังศีรษะ ใบหู กล้ามเนื้อของคอและพวก vasodilator ไปเลี้ยงต่อมน้ำลาย ที่ชื่อ submaxillary และ sublingual ส่วนพวก sensory ไปเลี้ยงลิ้น ๒/๓ ทางด้านหน้า (เพื่อรู้รส) และแขนงเป็นจำนวนน้อยไปเลี้ยงหูชั้นกลาง

คู่ที่ ๘ Acoustic nerve เป็น sensory nerves ซึ่งมีเส้นประสาท ๒ พวกที่ต่างกันทั้งตำแหน่งที่ตั้งต้นที่มันไปเลี้ยงและต่างกันในหน้าที่ พวกหนึ่งเรียกว่า cochlea nerve หรือเส้นประสาทที่เกี่ยวกับการได้ยิน ประสาทเหล่านี้ตั้งต้นในหมู่เซลล์ของ cochlea ส่วนอีกพวกหนึ่งเรียก vestibular nerve หรือเส้นประสาทที่รักษาการทรงตัวของร่างกาย (equilibrium) พวกนี้ตั้งต้นในหมู่เซลล์ที่อยู่ในรูหูชั้นใน

คู่ที่ ๙ Glossopharyngeal nerve เป็น mixed nerve ไปเลี้ยงลิ้นและหลอดอาหารในคอ (เหมือนชื่อของมัน) sensory fiber ตั้งต้นจากกลุ่มเซลล์ที่อยู่ตอนบนของ petrous (ของกระดูกขมับ) motor fiber ตั้งต้นจาก medulla พวก sensory ไปเลี้ยงต่อมทอนซิล หลอดอาหารในลำคอ และ ๑/๓ ทางด้านหลังของลิ้น ซึ่งช่วยรับรส ส่วน motor fibers ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของหลอดอาหารในลำคอ และต่อมน้ำลายที่ชื่อ parotid

คู่ที่ ๑๐ Vagus หรือ pneumogastric nerve เป็น mixed nerves เป็นประสาทสมองเส้นที่ยาวที่สุด ยาวกว่าเส้นอื่น ๆ มันผ่านลำคอ และทรวงอกไปเลี้ยงอวัยวะภายในช่องท้อง motor fibers ตั้งต้นจากกลุ่มเซลล์ใน medulla แล้วไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของหลอดอาหารตอนลำคอ หลอดลมในลำคอ หลอดลมใหญ่ และหัวใจ ปากหลอดโลหิตแดงและโลหิตดำใหญ่ aortic arch หลอดอาหารตอนต่อจากลำคอไปยังกะเพาะ ลำไส้เล็กตับอ่อน ตับ ม้าม ascending colon ไต และเส้นโลหิตที่ไปสู่อวัยวะภายในทั้งหมด ประสาทที่ไปสู่หัวใจเป็น inhibitory fibers และ secretory fibers ก็ไปสู่กะเพาะอาหาร ตับอ่อนส่วน sensory fibers ตั้งต้นจากหมู่เซลล์ของ jugular ganglion ไปเลี้ยงเยื่อบุหลอดลมในคอ หลอดลมใหญ่ ปอด หลอดอาหารที่ต่อจากคอ กะเพาะอาหาร ลำไส้ และถุงน้ำดี

คู่ที่ ๑๑ accessory nerves เป็น motor nerves เส้นนี้มี ๒ ตอน ตอนสมองและไขสันหลัง ตอนสมองตั้งต้นจากหมู่เซลล์ใน medulla และไปเลี้ยงหลอดอาหารในคอ และรวมไปกับแขนงของเส้นที่ ๑๐ ไปเลี้ยงหลอดลมในลำคอตอนบน ส่วนตอนไขสันหลังตั้งต้นจากตรงเส้นประสาทไขสันหลังคู่ที่ ๕ แล้วผ่านขึ้นไปใน foramen magnum เข้าสู่ jugular foramen ทะลุออกทางออกของแขนงบนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อพวก sternocleidomastiod และ trapezius แขนงเล็ก ๆ ของมันบางอันปนไปกับแขนงของคู่ที่ ๑๐

คู่ที่ ๑๒ Hypoglossal nerves เป็น motor nerve ตั้งต้นจากหมู่เซลล์ใน medulla ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของลิ้นและกระดูกโคนลิ้น (hyoid)

AUTONOMIC SYSTEM

การแบ่งระบบประสาทออกเป็น cerebrospinal system (ระบบประสาทส่วนปลายที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายนอก) กับ visceral system (ที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในนั้น เราแบ่งออกตามหน้าที่ของมัน ไม่ได้แบ่งออกตามโครงสร้าง พวก visceral system นั้นทำหน้าที่ทั้งรับและส่งกระแสประสาทระหว่างศูนย์กลางประสาทกับอวัยวะภายใน มีนักกายวิภาคและศรีรศาสตร์หลายท่านใช้ความหมายของคำว่า autonomic เช่นเดียวกับคำว่าอวัยวะภายใน แต่ก็มีคนโดยมากใช้คำว่า autonomic แต่เฉพาะประสาทที่ส่งคำสั่งจากสมองไปสู่อวัยวะภายในเท่านั้น (efferent) เพราะฉะนั้นคำว่า visceral กับ autonomic ก็มีความแตกต่างกันเพียงนิดเดียวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ดีมีหลักสำคัญว่า visceral system เป็นระบบที่มีหน้าที่ฉะเพาะที่ควบคุมและดำเนินการทำงานของอวัยวะภายในให้เป็นไปโดยสม่ำเสมอ แต่ก็ไม่รับผิดชอบในหน้าที่นั้น ๆ นอกจากมันจะส่งแขนงไปยังศูนย์กลางที่ควบคุมความรู้สึก เฉพาะในหน้าที่นั้นโดยตรง ซึ่งศูนย์กลางที่ควบคุมเหล่านั้นทั้งหมดก็อยู่ในประสาทส่วนกลาง แต่ปฏิกิริยาสะท้อนและศูนย์กลางที่ร่วมมือกันของอวัยวะต่าง ๆ ที่จะช่วยกันทำงานนั้น อยู่ที่ฝนังของอวัยวะภายในนั้นเอง และศูนย์กลางเหล่านั้นเองที่คอยควบคุมหน้าที่ของอวัยวะภายในเหล่านั้น เช่นการหดตัวของกระเพาะอาหาร การเคลื่อนไหวของลำไส้ และการทำงานของต่อมต่าง ๆ โดยไม่ต้องมีคำสั่งส่งมาจากประสาทส่วนกลาง ไม่แต่เพียงเท่านี้หน้าที่ของอวัยวะภายในบางอย่าง

กรมศิลปากร

ที่อยู่ห่างจากประสาทส่วนกลางก็สามารถทำงานได้ เช่นกล้ามเนื้อของหัวใจสามารถหดตัวด้วยตัวมันเอง และต่อมบางอันที่ขับสารพวกเคมีออกมาในโลหิตเมื่อเราเกิดอาการตื่นเต้นเป็นต้น

ใน autonomic system นั้นมีประสาทติดต่อระหว่างประสาทส่วนกลางกับอวัยวะที่มันไปกระตุ้นให้ทำงานตามคำสั่ง เส้นประสาทจะออกจากเซลล์ที่อยู่ในประสาทส่วนกลางไปยังdendrite ของ autonomic neurons ที่อยู่ใน autonomic gonglion เส้นประสาทจากเซลล์ที่อยู่ในประสาทส่วนกลางที่ผ่านไปสู่ ganglia นั้นเรียกว่า preganglionic ส่วนเส้นประสาทที่ออกจาก ganglia ไปสู่อวัยวะนั้นเราเรียก postganglionic

ถึงตอนนี้มักจะยุ่ง เพราะมีศัพท์หลายคำที่มีความหมายเหมือน ๆ กัน และมีศัพท์หลายชื่อที่ใช้ในระบบนี้ เช่น sympathetic, parasympathetics, visceral, vegetative, involuntary และ autonomic ซึ่งหนังสือแต่ละเล่มก็ใช้ศัพท์ต่าง ๆ กัน แต่โดยมากใช้คำว่า autonomic ซึ่งก็แบ่งระบบนี้ออกเป็น ๒ ระบบคือ parasympathetic หรือชื่อหนึ่งเรียกว่า craniosacral กับ sympathetic หรือ thoracolumbar

(รูปที่ ๑๒๑)

(*แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง* preganglionic *และ* postganglionic fibers ของ autonomic system)

Parasympathetics systems ระบบนี้รวมเส้นประสาททั้งหมดที่มาจาก midbrain, medulla และไขสันหลังบริเวณก้น

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติ

(รูปที่ ๑๒๒)

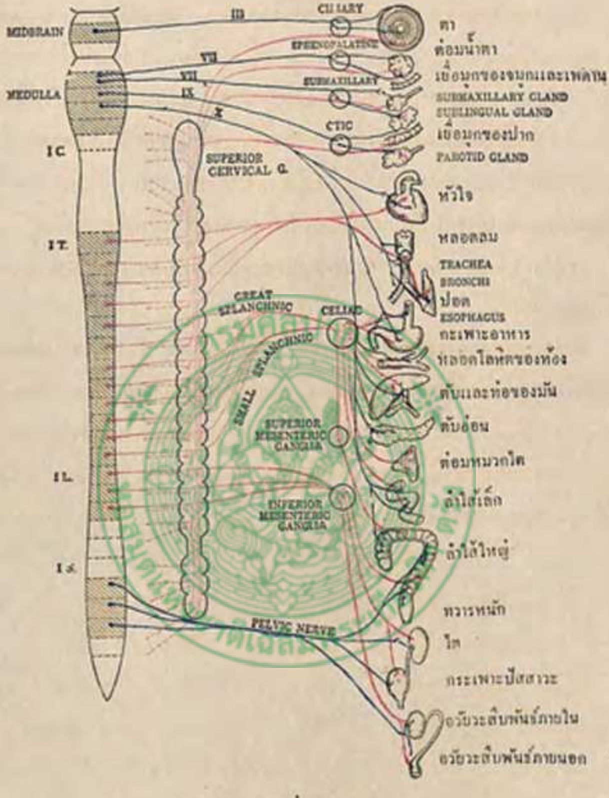
(*รูปแสดงไขสันหลัง และเส้นประสาทที่ออกมาจากไขสันหลัง และ* autonomic ganglia *ด้านขวาและซ้าย ซึ่งติดต่อกันคล้ายลูกโซ่*)

เส้นประสาทที่มาจาก midbrain บางทีก็เรียกว่า tectal autonomic แล้วส่ง preganglionic fibers กับเส้นประสาทสมองเส้นที่ ๓ ไปยังเบ้าตาผ่านไปยัง ciliary ganglia และปลายมันไปติดกันเป็น synapse กับ motor neurons ที่ไปเลี้ยงลูกตา เส้นประสาทนี้ส่งคำสั่งจากประสาทส่วนกลางไปยังกล้ามเนื้อที่อยู่รอบ ๆ ม่านตา และกล้ามเนื้อ ciliary ของตา

เส้นประสาทที่มาจาก medulla บางทีเรียก bulbar autonomics ซึ่งเป็นที่ตั้งต้นประสาทสมองเส้นที่ ๗ ๙ ๑๐ ๑๑ ซึ่งแขนงคู่ที่ ๗ และ ๙ ไปเลี้ยงผนังเส้นโลหิตและต่อมต่าง ๆ ของจมูก และปาก ที่ช่วยบังคับให้ต่อมและเส้นโลหิตเหล่านั้นขยายตัว นอกจากนี้ประสาทเส้นที่ ๑ ช่วยนำคำสั่งจากประสาทส่วนกลางไปยังกล้ามเนื้อของหลอดคอ หลอดอาหารที่ต่อจากคอไปกระเพาะ กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และบางส่วนของลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ทำให้ต่อมในกระเพาะอาหาร ตับ และตับอ่อนขับน้ำย่อยและทำให้หัวใจเต้นช้าลง (inhibitory) Preganglionic fiber ของประสาทเหล่านี้อยู่ใน ganglion ที่อยู่ริม และข้างในอวัยวะที่มันไปเลี้ยงนั้น

ประสาทที่มาจากไขสันหลังบริเวณก้น เส้นที่ ๒ ๓ และ ๔ ให้แขนงไปเลี้ยงอวัยวะภายในอุ้งเชิงกราน ซึ่งเป็นพวก motor fibers ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของ descending colon ทวารหนัก (rectum) และปากทวารหนัก (anus) และกระเพาะปัสสาวะ vasodilator fibers ไปเลี้ยงอวัยวะเหล่านี้ และอวัยวะสืบพันธ์ภายนอก ส่วน inhibitory fibers ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของอวัยวะสืบพันธ์ภายนอก (ดูรูปที่ ๑๒๙)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๑๒๓)

(*แสดง* Autonomic nervous system *ทั้งหมด สีน้ำเงินเป็นเส้นประสาทที่ออกมาจากสมอง และไขสันหลังบริเวณก้น สีแดงเป็นเส้นประสาทที่ออกมาจากไขสันหลังตอนอก และเอว* postganglionic fibers *ที่กลับเข้าไปสันหลัง เป็นเส้นสีแดงที่เป็นท่อน ๆ*)

Sympathetic system ระบบนี้รวม (๑) ศูนย์กลางประสาทในไขสันหลังตอนลำคอ อก และบริเวณเอว และ preganglionic fibers ที่ออกมาจากศูนย์กลางเหล่านี้ (๒) sympathetic ganglia และเส้นประสาทของมัน (๓) prevetebral plexuses ส่วน postganglionic นั้นอาจจะตั้งต้นจาก ganglion ที่อยู่ข้าง ๆ ไขสันหลังหรือ plexuses อันหนึ่งอันใดก็ได้

ศูนย์กลางของ sympatheeic ที่อยู่ในไขสันหลังประกอบด้วยเซลล์ที่อยู่ใน lateral column ของ gray matter ของไขสันหลังซึ่งให้ preganglionic fiber ซึ่งไปสู่ sympathetic ganglion

Sympathetic ganglion ประกอบด้วย ganglia เป็นคู่ ๆ ติดต่อกันลงมาตามกระดูกสันหลังเหมือนโซ่ ซึ่งทอดจากฐานของกระโหลกศีรษะจนถึงบริเวณก้นกบ แบ่งออกเป็นพวก ๆ คือ คอ อก เอว และก้น (นอกจากตอนคอมีเพียงสามคู่) ซึ่งโดยมากก็มีตามจำนวนของกระดูกสันหลัง คือ

ตอนคอ	อก	เอว	ก้น
๓ คู่	๑๑—๑๒ คู่	๔ คู่	๔—๕ คู่

Sympathetic ganglia อันหนึ่ง ๆ ติดต่อกันโดยมีเส้นประสาทโยงถึงกัน นอกจากนี้ก็มีเส้นประสาทของไขสันหลัง โดยแขนงที่เรียกว่า rami communicantes ตอนอก และตอนเอว เส้นประสาทที่ช่วยติดต่อ ganglia หนึ่ง ๆ นั้นมี rami ๒ อัน คือ สีขาว (white ramus) และสีเทา (gray ramus) (ดูรูปที่ ๑๒๕) พวกสีขาวเป็นเส้นประสาทพวก motor ที่มี myelin sheath หุ้มพวกนี้ช่วยนำคำสั่งจากประสาทส่วนกลางมายัง sympathetic ส่วน ramus สีเทา เป็นเส้นประสาทที่ไม่มี myelin และเป็น axons ของเซลล์ใน sympathetic ganglia ซึ่งเป็นแขนงของเส้นประสาทไขสันหลังไปสู่อวัยวะภายนอก การที่เส้นประสาทจะเข้าสู่ ganglion นั้นมักจะเข้าโดยเข้าไปรอบ ๆ sympathetic neurons ซึ่งเป็นที่ ๆ post-ganglionic fiber ติดต่อกับประสาทไขสันหลัง หรือบางทีอาจจะผ่านขึ้นหรือลงไปก่อนเข้า sympathetic neuron ก็ได้ เพราะเหตุนี้ทางเดินของกระแสประสาทในไขสันหลัง อาจจะขึ้นหรือลงก็ได้ เช่นเดียวกับของ autonomic system

เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงผิวหนัง ศีรษะ แขนขา และลำตัวกลับเข้าและออกจากไขสันหลังโดย gray rami

เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงเส้นโลหิตและต่อมต่าง ๆ และผนังของอวัยวะภายในนั้นไปอีกทางหนึ่ง สำหรับบริเวณศีรษะ เส้นประสาทจากลูกโซ่ของ sympathetic ผ่านขึ้นไปยัง superior cervical ganglia จากที่นี่ postganglionic fiber ทอดประสานกันออกไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ เส้นประสาทจาก ganglia คู่ที่ ๕ ถึง ๑๐ หรือ ๑๑ รวมกันออกไปเป็น ๒ แขนงใหญ่ ๆ เรียกว่า great splanchnic และ small splanchnic ซึ่งทั้ง ๒ อันนี้ไปเป็น synapse ใน celiac plexus

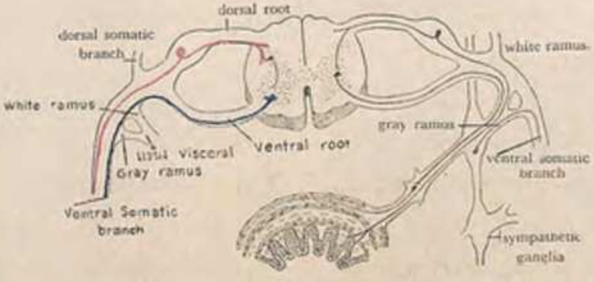
Creat plexus ของ parasympathetic ประกอบด้วย ganglia และเส้นประสาทที่ออกมาจาก lateral chain ganglion ที่อยู่ข้าง ๆ ของไขสันหลัง และประสาทของไขสันหลัง plexus เหล่านี้มีอยู่ในทรวงอก และช่องท้อง และช่องเชิงกรานที่เรียก cardiac celiac และ hypogastric plexuses

(๑) Cardiac plexus อยู่ที่ฐานของหัวใจ คือวางอยู่บน arch และ ascending aorta

(๒) Celiac plexus อยู่ข้างหลังกระเพาะอาหาร ระหว่างต่อมหมวกไตล้อมรอบ cilliac artery และโคนของ superior mesenteric artery ประกอบด้วย ganglion ใหญ่ ๒ อัน และเส้นประสาทที่ประสานกันเป็นตาข่ายแน่น ที่นี่เป็นที่รับเส้นประสาทพวก greater และ lesser splanchnic ของทั้งสองข้างและให้ secondary plexuses เล็ก ๆ ไปตามเส้นโลหิตที่อยู่ใกล้ ๆ ส่วนชื่อของ secondary plexuses นั้น มักเอาชื่อตามชื่อเส้นโลหิตแดงนั้น ๆ หรือไม่ก็ตามอวัยวะที่มันไปเลี้ยง เช่น phrenic, hepatic และ splenic เป็นต้น

เส้นประสาทเหล่านี้ไปประสานกับเส้นอื่น ๆ เพราะอวัยวะหนึ่งอาจจะได้รับแขนงมาจากเส้นประสาทหลายเส้น และเส้นประสาทที่ออกมาจาก plexuses ที่กล่าวแล้วก็ไปเพิ่มจำนวนทางเดินของกระแสประสาท และช่วยติดต่อระหว่างอวัยวะต่าง ๆ ด้วย

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๑๒๙)

(แสดงไขสันหลังที่มีความสัมพันธ์กับ autonomic system *และอวัยวะภายใน)*

(๓) Hypogastric plexuses อยู่ข้างหน้าของกระดูกเอวอันสุดท้าย และปุ่มยื่นของกระดูกก้น มันประกอบด้วยเส้นประสาทเล็ก ๆ ละเอียดเป็นส่วนมาก ที่ทอดลงมาจาก aorta plexuses ทั้งสองข้าง และจาก lumbar gangeion ที่อยู่ข้างใต้ แล้วไปแบ่งออกเป็น pelvic plexuses ๒ อัน

หน้าที่ของ autonomic system ประสาทของระบบนี้ไปเลี้ยง (ก) กล้ามเนื้อที่ไม่มีลายทั้งหมด (ข) หัวใจ (ค) ต่อมต่าง ๆ กล้ามเนื้อพวกที่มีลาย หรือพวกที่เกาะกับกระดูกอาจจะระงับแรงของระบบนี้บ้าง และจะมี ganglia ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาทที่มาจาก cerebrum และ medulla หรือไขสันหลัง แต่ทั้งหมดนี้ก็ทำหน้าที่โดยอิสสระ

โดยทั่วไปอวัยวะทุก ๆ ชิ้นมีทั้ง sympathetic และ parasympathetic ไปเลี้ยง ซึ่งทั้ง ๒ ระบบนี้ทำงานตรงกันข้ามกัน นอกจากมียาอย่างหนึ่งที่มีฤทธิ์กับระบบทั้งสองนี้ได้ในเวลาเดียวกัน หรือเหมือนกัน ยานั้นคือ nicotine ที่ทำให้ autonomic system ทั้งหมดเป็นอัมพาตไปรับความรู้สึกไม่ได้ นอกจากยาอย่างนี้แล้ว ยาส่วนมากก็มีฤทธิ์ต่อระบบใดระบบหนึ่งเท่านั้น เช่น atropine, pilocarpine และ physostigmine ก็จะทำปฏิกิริยาเฉพาะพวก parasympathetic เท่านั้น ส่วน epinephrin, ergotoxine และ cocain ก็จะทำปฏิกิริยากับ sympathetic

ตัวอย่างข้างท้ายนี้ เป็นปฏิกิริยาของทั้งสองระบบนี้ทำหน้าที่ตรงข้ามกัน เพราะฉะนั้น จึงตั้งเกณฑ์ของมัน

Parasympathetic	sympathetic
(๑) ทำให้ม่านตาขยาย	(๑) ทำให้ม่านตาหดเล็กลง
(๒) ทำให้หลอดลมเล็ก (brenchial tupes) ตีบ	(๒) ทำให้หลอดลมขยาย
(๓) ทำให้หัวใจเต้นช้า และเบาลง	(๓) ทำให้หัวใจเต้นเร็ว และแรงขึ้น
(๔) ทำให้เส้นโลหิตของจมูก ของต่อมน้ำลาย ของหลอดอาหารในลำคอขยาย	(๔) ทำให้เส้นโลหิตที่เลี้ยงโดย vasoconstrictor nerve หดเล็กลงนอกจากเส้นโลหิตฝอยของสมอง และปอด
(๕) ทำให้การหดตัวของทางเดินอาหารมากขึ้น และเปิดทางผ่านของอาหาร (relaxes sphincters)	(๕) ทำให้การหดตัวของทางเดินอาหารน้อยลง และบีดทางผ่านของอาหาร
(๖) เพิ่ม secretion ของต่อมต่าง ๆ	(๖) ลด secretions ของต่อมต่าง ๆ
(๗) ทำให้มดลูกหดตัวมากขึ้น	(๗) ทำให้มดลูกหดตัวน้อยลง

ใน sympahnetic system จะมีการกระตุ้นแรง ถ้ามีการเจ็บปวด และตกใจ (ซึ่งถ้าเป็นสัตว์ก็มีการต่อสู้หรือหนี) ส่วนในร่างกายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นก็มี การหายใจเร็วมีการหดตัวของเส้นโลหิตในกระเพาะและลำไส้ และหัวใจเต้นเร็วขึ้น ทำให้โลหิตไปสู่กล้ามเนื้อต่าง ๆ (พวก skeletal) มากขึ้น ซึ่งหมายความว่า tissue ของกล้ามเนื้อมีออกซิเจนมาเลี้ยงมากขึ้น ซึ่งเป็นการให้เชื้อเพลิงแก่กล้ามเนื้อ นั่นคือกล้ามเนื้อทำงานมากขึ้น และตับก็จะให้ glucose ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อมากขึ้น นั่นก็เป็นการเพิ่มเชื้อเพลิงแก่กล้ามเนื้อเช่นเดียวกัน ร่างกายจะขับเหงื่อออกมาทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิภายในร่างกายเพิ่มขึ้น หรือช่วยระบายความร้อนออก ปฏิกิริยาของร่างกายทั้งหมดนี้ติดต่ออย่างใกล้ชิดกับต่อมหมวกไต ซึ่งเป็นผู้ขับ epinephrine สารนี้จะถูกขับออกมาถ้าระบบ sympathetic ถูกกระตุ้นและสารนี้ไปทำให้ปฏิกิริยาต่าง ๆ ของร่างกายที่กล่าวมาแล้วเกิดขึ้น

การช่วยเหลือกันในการทำหน้าที่ต่าง ๆ ของ autonomic system และก้อนหมวกไต นั้นก็เพื่อให้ร่างกายอยู่ในสภาพปกติ หรือรักษาไว้ให้อยู่ในภาวะ homeostesis

สรุป

อยู่ในช่องไขสันหลัง

ไขสันหลัง ตั้งต้นจาก foramenmagnum ถึงกระดูกเอวอันที่ ๒ ต่อจากนี้เป็น filum-terminale ถึงกระดูกก้นกบอันที่ ๑

ไขสันหลังยาวประมาณ ๔๕ เซนติเมตร

ประกอบด้วย ก. gray matter ซึ่งมีรูปตัว H อยู่ใน White matter

ข. White matter อยู่ข้างนอกแต่ละข้างแบ่งออกเป็นส่วนหน้า ข้าง และส่วนหลัง

ร่องของไขสันหลัง ๑ ข้างหน้ามี Ventral fissure ซึ่งแบ่งไขสันหลังตอนหน้าออกเป็น ๒ ซีก (ขวา และซ้าย)

๒ Dorsal sulcus อยู่ข้างหลัง แบ่งส่วนหลังออกเป็น ๒ ซีก

Transverse commanissure ช่วยติดต่อระหว่างไขสันหลังทั้ง ๒ ซีก เยื่อที่หุ้มไขสันหลัง

(๑) ชั้นในที่สุดที่ติดกับเนื้อไขสันหลังเป็น pia mater

(๒) ชั้นกลาง arachnoid mater

(๓) ชั้นนอกสุด dura mater

หน้าที่ของไขสันหลัง มี ๓๑ คู่ คือ ตอนคอ ๗ คู่ ตอนอก ๑๒ คู่ ตอนเอว ๕ คู่ และตอนก้นกบ ๑ คู่

เส้นประสาทของไขสันหลังมี ๒ ระนิด

(๑) ระนิดมี myelin หุ้ม

(๒) mixed nerve คือมีทั้ง sensory และ motor

เส้นประสาทที่ออกมาจากไขสันหลังมี ๒

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ก. ventral root ข้างหน้า หรือ motor ใน gray matter ของไขสันหลัง

ข. Dorsal root ข้างหลัง หรือ sensory ใน spinal ganglion เส้นประสาทของไขสันหลังแต่ละเส้นที่ออกมาแยกออกไปเป็น ๔ แขนง

๑ แขนงทางด้านหน้า เรียก ventral branch ไปเลี้ยงแขน ขา และร่างกายทางส่วนหน้า ของกระดูกสันหลัง

๒ แขนงทางด้านหลัง เรียก dorsal branch ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและส่วนของร่างกายทางส่วนหลังของกระดูกสันหลัง

๓ แขนงที่ไปสู่อวัยวะภายใน visceral branch ไปยัง lateral chain ganglia ก่อน

๔ meningeal กลับไปเลี้ยงเยื่อหุ้มไขสันหลัง

สมอง หรือ Brain อยู่ในช่องสมอง (cranial cavity)
หุ้มด้วยเยื่อ ๓ ชั้น เหมือนเยื่อที่หุ้มไขสันหลัง

สมองแบ่งออกเป็น (๑) Cerbrum — ข้างนอกเรียก cortex
— ข้างในเรียก basal neuclei
(๒) Cerebellum
(๓) Brain stem ซึ่งมี midbrain
— Pons Varolii
— medulla oblongata

น้ำหนักของสมองคน เฉลี่ย — ในผู้ชายประมาณ ๑ ๓๘๐ กรัม
— ในผู้หญิง ๑ ๒๕๐ กรัม

การเจริญของสมอง — ไม่หมาย เฉพาะ เจริญในขนาด ของสมองเท่านั้น แต่ภายในทางเดินของกระแสประสาทจะถูกสร้างขึ้นด้วย
— ต้องแล้วแต่อายุ และให้เวลาพอ
— การฝึกหัดใช้สมองเสมอ ๆ (mental exercise) ทำให้สมองไว

(๑) Cerebrum อยู่ในส่วนหน้าของกระโหลกศีร์ษะ

มี gray matter อยู่ข้างนอก

มี white matter อยู่ข้างใน

Fissure ที่สำคัญมี — Longitudinal fissure

— Transverse fissure

Lateral cerebral หรือ sylvian

Parieto-occipital

Cerebrum แบ่งออกเป็น lobes ตามชื่อของกระดูกที่อยู่เหนือมัน เช่น frontal, parietal, occipital, temporal

Ventricles ใน cerebrum
- มี — Lateral ventricle ๒ อัน
- — ventricle ที่ ๓
- — ventricle ที่ ๔

หน้าที่ของ cerebrum คือเป็นที่ให้เหตุผล เชาว์ปัญญา ความตั้งใจ สติสัมปชัญญะ แปลความหมายต่าง ๆ และควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย

Midbrain เป็นส่วนที่เชื่อม pons และ cerebellum กับ cerebral hemisphere

Midbrain ประกอบไปด้วย cerebral peduncle ๑ คู่ copora quadrigemina และ cerebral aqueduct

Cerebellum อยู่ข้างหลัง pons และอยู่ข้างต่างของ cerebrum อยู่บนและข้างหลัง medulla oblongata

หน้าที่ของ cerebellum คือ

๑ ช่วยรักษาการทรงตัวของร่างกาย (equilibrium)

๒ รักษา tone ของกล้ามเนื้อพวก voluntary muscles

Pons ตั้งอยู่ระหว่าง midbrain และ medulla oblongata

หน้าที่ของ pons

(๑) ช่วยติดต่อระหว่าง cerebellum ทั้ง ๒ ซีก และติดต่อ medulla กับ cerebellum

(๒) เป็นที่ให้เส้นประสาทสมองคู่ที่ ๕ ๖ ๗ และ ๘

Medulla oblongata อยู่ตอนบนสุดของไขสันหลัง มี sensory และ motor tract ของไขสันหลัง

ที่ gray matter มี neuclei และที่ neuclei นี้เพื่อ

(๑) เป็นศูนย์กลางที่ให้เส้นประสาทสมองและควบคุมหน้าที่ต่าง ๆ ของร่างกาย

(๒) เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาท ที่รับจากภายนอกไปยังสมอง

หน้าที่ของ Medulla oblongata

(๑) มีศูนย์กลางที่ดำรงชีวิต เช่นศูนย์กลางควบคุมการเต้นของหัวใจ (cardiac center) ควบคุมการหดตัวของเส้นเลือด (vasoconstrictors) และศูนย์กลางควบคุมการหายใจ (respiratory centers)

(๒) ควบคุมกริยาสะท้อนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ไอ จาม อาเจียร วิงเวียน และการขับน้ำย่อยของต่อมต่าง ๆ ในทางเดินของอาหาร

Cerebrospinal fluid หรือน้ำในสมองและไขสันหลัง

Cerebrospinal fluid

- อยู่ในช่องว่างของเยื่อที่หุ้มสมองและไขสันหลัง
- สร้างขึ้นใน choroid plexuses ของ ventricle โดยได้มาจากโลหิต
- มีลักษณะใส คล้ายน้ำมีความถ่วงจำเพาะ ๑.๐๐๕ — ๑.๐๐๘
- มีประมาณ ๒๐๐ ซีซี
- มีสารจำพวก proteins น้ำตาล เกลือ lympocytes คาร์บอนไดอ็อกไซด์และ pituitary hormones
- มีหน้าที่ ๑ ให้อาหารแก่เซลล์ประสาท
  ๒ อาบแช่ tissue ของประสาท

Autonomic nervous system แบ่งออกเป็น

๑ parasympathetic หรือ creniosacral system

๒ sympathetic หรือ thoracolumbar

หน้าที่ของ autonomic nervous system

(๑) ให้ร่างกายอยู่ในภาวะปกติ (homeostasis)

(๒) ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อพวกที่ไม่มีลายทั้งหมด และไปเลี้ยงหัวใจ และต่อมต่าง ๆ

(๓) เป็นที่เกิดของปฏิกริยาตอบรับต่าง ๆ ของร่างกาย

(๔) ให้ ganglia ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาท

+ อวัยวะภายในทั้งหมด มีประสาททั้งจาก parasympathetic และ sympathetic system ไปเลี้ยง ซึ่งหน้าที่ของแต่ละระบบก็แตกต่างกัน

+ ทั้งสองระบบนี้อาศัยซึ่งกันและกัน การกระตุ้นระบบใดระบบหนึ่งหรือเพียงส่วนใดของระบบใดก็ตาม ก็เหมือนกับไปกระตุ้นอีกระบบหนึ่ง ๆ ได้

+ sympathetic กระตุ้นโดยมีการตกใจ และการตื่นเต้น

+ ส่วน parasympathetic ตรงกันข้าม

+ nicotine จะมีปฏิกริยากับ autonomic system ทั้งระบบ คือทำให้มันเป็นอัมพาต แต่ยาอย่างอื่นจะออกฤทธิ์เฉพาะระบบใดระบบหนึ่งเท่านั้นไม่เกิดทั้ง ๒ ระบบ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

ตอนที่ ๓

กล่าวถึงโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะภายในต่าง ๆ

ที่มีความสัมพันธ์ (correlation) และประสานงาน (co-ordination) ในการทำงาน

ที่จะดำรงชีวิต (Internal activities)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๑๐

ในบทนี้กล่าวถึง Epithelial tissue เยื่อจมูก (mucous membrane) และเยื่อบุช่อง และหลอดต่างๆ (serous membrane)

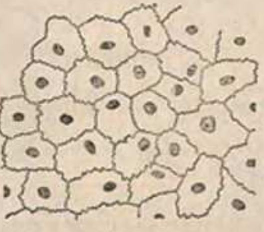
Epithelial tissue ประกอบด้วยเซลล์และสิ่งที่อยู่ระหว่างเซลล์ (intercellular material) สิ่งที่อยู่ระหว่างเซลล์เหล่านี้บางทีเป็นพวกน้ำเหลืองโดยทั่วๆ ไป เซลล์เหล่านี้บางทีก็เรียงตัวกันเป็นผิวหนังของร่างกาย และบุอยู่ภายในช่องของร่างกายบางแห่ง ภายในเยื่อนี้ไม่มีเส้นโลหิตไปเลี้ยง แต่เซลล์ได้อาหารโดยน้ำเหลืองที่ผ่านเข้าไปสู่เซลล์ตาม intercellular substance

Epithelial tissue แยกออกเป็นหลายชนิดคือ

- Squamousepithelial
  - simple
    - epithelium, mesothelium & endothelium
  - stratified
- Columnar epithelial
  - plain
  - ciliated
- Neuroepithelium

(๑) Squamous epithelium ที่เรียก squamous เพราะเซลล์ที่อยู่ตอนหน้าของเยื่อนี้มีรูปร่างแบน

ชนิด simple squamous epithelium เป็นเยื่อที่ประกอบไปด้วยเซลล์รูปแบนๆ ชั้นเดียว เพราะฉะนั้นถ้าไปบุหรือหุ้มบริเวณใดก็ทำให้บริเวณนั้นเรียบ และขับ serum ออกมาเพื่อช่วยหล่อลื่น เยื่อชนิดนี้พบบุในถุงลม (alveoli) ในปอด ในแก้วตา และในเยื่อของหุ้มใน Tissue ชนิดนี้เจริญมาจากชั้น ectoderm และ endoderm (ของ embryo) ซึ่งเรียก epithelium



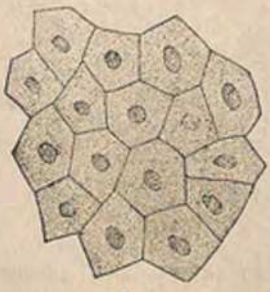
(รูปที่ ๑๒๕)

(*รูป* simple squamous epithelium *มองจากด้านหน้า*)

ส่วน endothelium นั้นเป็นเยื่อที่มีโครงสร้างเหมือนกับ epithelium แต่ว่ามันบุหัวใจเส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลือง และ tissue ชะนิดนี้เจริญมาจากชั้น mesoderm แต่ถ้า tissue ชะนิดเดียวกันนี้บุพวก serous cavity ก็เรียก mesothelium

มี tissue อีกชะนิดหนึ่งที่คล้ายกับพวกนี้ที่เรียก mesenchyme แต่บุช่อง perilymph (น้ำที่อยู่ในช่องระหว่างกระดูกและเยื่อ labyrinth ของหูชั้นใน) และช่องเบ้าตา และช่องระหว่างเยื่อหุ้มสมอง และไขสันหลังชั้นนอกสุดกับชั้นในสุด

Stratified squamous epithelium ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างต่างกันและเรียงกันหลายชั้น เซลล์ที่อยู่ชั้นล่างสุดมักจะมีรูปร่างคล้ายทรงกระบอก และมีหลายด้าน แต่เซลล์ที่อยู่ด้านบนสุดมักจะแบน และเซลล์ที่อยู่ชั้นลึกลงไปแต่ละตัวมักจะอยู่ห่างกัน แต่ก็ติดต่อกันโดยตัวเซลล์มี protoplasm เป็นจำนวนมากที่ยื่นออกไปคล้ายสะพาน เซลล์พวกนี้เพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวของมัน และถ้าเซลล์ตัวใหม่ที่เกิดในชั้นลึก ๆ นั้นโตขึ้น มักจะเบ่งตัวขึ้นดันพวกเก่าที่มีอยู่แล้ว โดยเหตุนี้เซลล์ตัวเก่าที่มีอยู่ก่อนแล้วจึงมักจะถูกดันออกมาข้างนอกห่างจากพวก body fluid ที่เคยเลี้ยงมัน จึงทำให้ตัวของมันเหี่ยวแห้งเพราะขาดอาหารและน้ำ ดังนั้นเซลล์แก่ ๆ ที่อยู่ผิว ๆ จึงตาย และถูกถูไถให้ออกไป เซลล์ใหม่ก็เกิดขึ้นแทนที่อยู่เรื่อย ๆ



(รูปที่ ๑๒๖)
(รูป stratified squamous epithelium มองจากด้านหน้า)

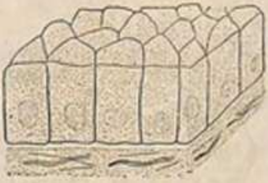
หน้าที่ stratified squamous epithelium เป็นเยื่อที่ช่วยป้องกันร่างกายในหลาย ๆ ทาง เช่นปกคลุมร่างกายภายนอก โดยเป็นผิวหนังและบุในอวัยวะต่าง ๆ ที่ติดต่อกับภายนอกเช่นในปาก จมูก และทวารหนัก

(๒) Columnar epithelium ถ้าเป็นชะนิดธรรมดา (plain) เซลล์มีรูปเป็นทรงกระบอก ฐานของเซลล์วางติดกับเนื้อที่ ๆ มันบุ ถ้าเป็น simple epithelial ก็มีเซลล์เรียงกันอยู่ชั้นเดียว เยื่อพวกนี้พบในกระเพาะอาหาร และในลำไส้ใหญ่และเล็ก และในต่อมที่ช่วยย่อยอาหารต่าง ๆ

หน้าที่ ๆ สำคัญ คือช่วยขับน้ำย่อย และช่วยดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้ว

เซลล์พวกนี้ มีรูปร่าง ๓ ชะนิดคือ

(ก) เซลล์ชะนิด columnar แต่ทำหน้าที่ด้วยต่อม หรือเป็นต่อมที่ทำด้วยเซลล์ๆ เดียว มีรูปร่างแปลกออกไป ทำหน้าที่ขับมูกออกมา เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า goblet cells และพบในเยื่อที่บุลำไส้เล็ก และโดยเฉพาะมีมากในเยื่อที่บุลำไส้ใหญ่ มูกที่มันขับออกมานั้นป้องกันไม่ให้เยื่อที่บุหลุดหรือถลอก เมื่อมีอาหารผ่านมันไป



(รูปที่ ๑๒๗)

(รูป simple columnar epithelial)

(ข) ciliatde columnar epithelial เซลล์ชนิดนี้มีขนยื่นออกมาเล็ก ๆ (ขนนี้เป็น protoplasm ที่ยื่นออกมาเป็นเส้นเล็ก ๆ ข้าง ๆ ลำตัวของเซลล์) ซึ่งขนนี้ช่วยพัดไปทางใดทางหนึ่ง การพัดของมันเป็นระยะ ๆ คล้ายคลื่น แต่ก็พัดไปในทางเดียวกัน

หน้าที่ การที่ขนของมันพัดไปในทางใดทางหนึ่งนี้ช่วยดันน้ำต่าง ๆ ที่เซลล์อื่น ๆ ขับออกมา และอะไรก็ตามที่ผ่านมัน เช่นในหลอดอาหารก็มีหน้าที่ช่วยเคลื่อนอาหาร บางแห่งขนนี้ก็พัดออก เช่นในทางเดินอากาศ ก็ป้องกันไม่ให้มีเศษผงหรือสิ่งอื่นพัดเข้าไปภายในได้ เซลล์ชนิดนี้พบในทางเดินหายใจคือตั้งแต่จมูกถึงหลอดลมเล็ก ๆ ในปอด (นอกจากหลอดอาหารในคอและสายเสียง) นอกจากนี้พบในท่อรังไข่ และส่วนบนของมดลูกและใน efferent duct ของลูกอัณฑะ (ของผู้ชาย)

(รูปที่ ๑๒๗)

(รูปตัดของผิวหนัง เห็น stratified squamous epithelial *ซึ่งมี* areolar connective tissue *อยู่ใต้)*

(ก) Neuroepithelium (เป็น epithelium ที่ช่วยรับความรู้สึกจากภายนอกเพราะเหตุว่ามีปลายประสาทที่ช่วยรับความรู้สึก ตัวอย่างเช่นเซลล์ที่อยู่เป็นเยื่อบุจมูก (ซึ่งมีเซลล์อยู่ ๒ ชนิด คือ olfactory และ supporting cells) olfactory cells เป็นเซลล์ประสาทที่ส่ง axon ไปยังสมอง ซึ่งไปติดต่อกับเซลล์อื่น ๆ ใน olfactory tract เซลล์พวกนี้เจริญมาจากชั้น ectoderm นอกจากนี้ตัวอย่างของ neuroepithelium เช่นพวก taste buds (สำหรับรู้รสของลิ้น) และเซลล์ของ retina ของตาที่เกี่ยวกับการเห็น

หน้าที่ของเซลล์ชนิดนี้ก็เหมือนกับเซลล์ที่รับความรู้สึกจากภายนอกทั้งหลาย คือรับความรู้สึกจากสิ่งที่มาสัมผัสต่าง ๆ ทั้งใกล้และไกล

(รูปที่ ๑๒๘)

(*รูปตัดมองด้านข้างของ* columnar epithelial *เห็นตัวเซลล์สูง ๆ*)

เยื่อ (Membrane)

คำว่า membrane นี้ความหมายกว้างมาก ใช้กับทุก ๆ tissue ที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ แต่ที่ธรรมดาที่สุดใช้สำหรับเรียกเยื่อบาง ๆ ที่หุ้มหรือบุช่องหรือโพรงของอวัยวะต่าง ๆ

Membranes หรือเยื่อที่สำคัญสำหรับร่างกายมี

(๑) Serous membranes เป็นเยื่อชนิดที่ซับพวก serum เยื่อชนิดนี้บางใสและแข็งแรง และยืดหยุ่นได้ ประกอบด้วย simple squamous epithelium และชั้นของ areolar connective tissue ที่อยู่ใต้และเยื่อชนิดนี้เจริญมาจากชั้น mesoderm เพราะฉะนั้นจึงเป็นพวก mesothelium พวกเยื่อ serous นี้พบใน (ก) บุช่องหรือโพรงต่าง ๆ ของร่างกายและหุ้มอวัยวะต่าง ๆ ที่อยู่ในช่องนั้น เช่นบุช่องปอดและหุ้มปอด บุภายในช่องหัวใจและหุ้มหัวใจ ภายในช่องท้อง (ข) บุภายในหลอดโลหิตและน้ำเหลือง (รวมทั้งภายในช่องหัวใจ) (ค) เป็นส่วนประกอบของ fascia bulbi คือหุ้มลูกตาและบุช่องในหูชั้นใน

หน้าที่ที่สำคัญคือ ช่วยป้องกันเช่นซับ serum เพื่อหล่อเลี้ยง และหล่อลื่นผิว ๆ ของเยื่อในบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวถูกกันไปมา

(๒) Synovial membrane นี้เป็น serous membrane เหมือนกัน แต่เกี่ยวข้องกับกระดูกและกล้ามเนื้อ และเยื่อชนิดนี้ช่วยซับน้ำที่เรียก synnovia ที่มีลักษณะคล้าย ๆ ไข่ขาว

เยื่อชนิดนี้แบ่งออกเป็น ๓ พวก (ก) articular synovial membrane เป็นพวกที่

(รูปที่ ๑๓๐)

(ciliated columnar epithelial *มองด้านข้างสังเกตุ* goblet cells)

บุอยู่ใน capsules ของข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก (๒) synovial sheath (เป็นพวกเยื่อมูก) พวกนี้หุ้มเอ็นและกล้ามเนื้อบางมัด โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่งอ และเหยียดนิ้วมือ และนิ้วเท้า ช่วยป้องกันในเวลาที่เอ็นเสียดสีกัน

Synovial bursae เป็นถุงที่อยู่ระหว่างเนื้อที่ของอวัยวะที่ประกบกันอยู่ เพื่อป้องกันการเสียดสีเมื่อมีการเคลื่อนไหว เนื้อที่ ๆ ว่านี้อาจจะเป็นใต้ผิวหนัง ใต้กล้ามเนื้อ ใต้พวกพังผืด หรือระหว่างเอ็น ตัวอย่างของ bursa ที่ใหญ่ที่อยู่ใต้ผิวหนัง อยู่ข้างบนกระดูกสะบ้า และข้างบนปุ่มข้อศอก ตาตุ่ม และส่วนอื่นของร่างกายที่มีปุ่มกระดูกยื่นนูนออกมา

หน้าที่ของ synovial membrane คล้ายกับ serous ซึ่งเยื่อทั้งสองนี้เจริญมาจากชั้น mesoderm

(๓) mucous membranes เยื่อมูก ซึ่งอาจจะแยกออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ ๒ พวก คือ ก. พวกที่บุทางเดินอาหาร และอากาศทั้งหมด (gastropulmonary) และ ข. พวกที่บุอวัยวะสืบพันธ์ และพวกที่บุอวัยวะที่เกี่ยวกับการขับถ่ายปัสสาวะทั้งหมด (genitourinary) เยื่อมูกนี้ขับมูก ซึ่งเป็นน้ำเมือก ๆ ที่มี mucin (เป็น glycoproteins) และเกลือ

(รูปที่ ๑๓๑)

(ด้านข้างของ annular ligament ของข้อเท้าและ synovial membrane ที่อยู่ใต้มัน)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

ก. เยื่อที่บุทางเดินอาหาร และทางเดินอากาศ และช่องทางที่ติดต่อระหว่างทางเดินทั้ง ๒ นี้ พวกที่บุทางเดินอาหารตั้งต้นจาก ปาก จนถึงทวารหนัก ซึ่งทางเข้าและทางออกของมันติดต่อกับผิวหนังภายนอก พวกบุทางเดินอากาศตั้งต้นจาก จมูก ผ่านลำคอบุหลอดลมใหญ่ หลอดลมแยก และถุงลมเล็ก ๆ ภายในปอด จากภายในจมูก เยื่อบุเลยไปยังโพรงอากาศต่าง ๆ (sinuses) ของกระดูกหน้าและศีร์ษะ เช่น frontal, ethmoidal, sphenoidal, และ maxillary sinuses และบุทางเดินของท่อน้ำตา และหุ้มลูกตา และบุข้างในหนังตา ซึ่งปลายทางด้านนอกติดต่อกับผิวหนังเหมือนกัน

นอกจากนี้เยื่อนี้ยังบุท่อรับเสียงในหู (eustachian tube) บุต่อมน้ำลาย ตับอ่อน และท่อน้ำดี และถุงน้ำดี

ข. พวกที่บุอวัยวะสืบพันธ์และทางเดินปัสสาวะ บุจากข้างในไตลงไปจนถึงทาง

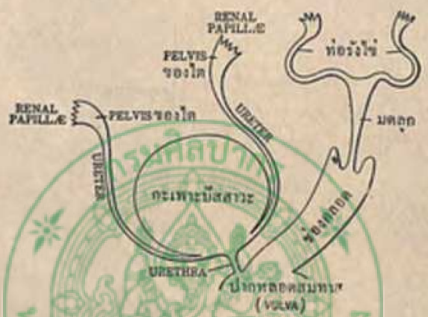
กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๑๓๒)

(แผนผัง แสดงเยื่อบุทางเดินอาหาร และทางเดินหายใจทั้งหมด)

เปิดของท่อปัสสาวะ นอกจากนี้บุท่อของน้ำอสุจิ ถุงน้ำอสุจิ ในผู้หญิงก็บุภายในช่องคลอด มดลูก ท่อมดลูก

โครงสร้างเยื่อเมือกนี้ประกอบด้วย ๔ ชั้น มี epithelium, basement membrane, areolar connective tissue, และ muscularis mocosae



(รูปที่ ๑๓๙)

(แผนผัง แสดงเยื่อที่บุอวัยวะสืบพันธุ์ผู้หญิงทั้งหมด และทางเดินของปัสสาวะ ซึ่งติดต่อกันทั้งหมด)

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

ก. พวก epithelium เป็นชั้นอยู่นอกสุด อาจจะเป็น stratified squamous เช่นที่บุในลำคอ และบางทีอาจจะเป็นพวก columnar เช่นบุกระเพาะอาหาร และลำไส้ หรือบางทีก็อาจจะเป็น ciliated เช่นบุในทางเดินของทางหายใจ

ข. Basement membrane เป็นชั้นของเซลล์ที่เป็นตัวแบน ๆ อยู่ข้างใต้ชั้น

ค. ถัดลงไปเป็นชั้นของ areolar connective tissue หรือบางทีก็เป็น lymphoid tissue เราเรียกชั้นนี้ว่า corium เป็นชั้นที่มีเส้นโลหิตสำหรับไปเลี้ยงเซลล์ในชั้นอื่น ๆ

ง. Muscularis mucosa เป็นชั้นลึกที่สุด เป็นกล้ามเนื้อบาง ๆ ชั้นนี้บางทีก็ไม่มี เช่นใน trachea

ใต้เยื่อเมือกนี้ลงไปเป็น submucosa ซึ่งเป็น areolar connective tissu ชั้นนี้หนาและ

(รูปที่ ๑๓๕)

(แสดงเยื่อที่บุอวัยวะสืบพันธุ์ของผู้ชาย และทางเดินของปัสสาวะที่ติดต่อกันทั้งหมด)

บาง แล้วแต่ตำแหน่งที่มันอยู่ มีช่องหรือโพรงของร่างกายบางแห่งที่สามารถหดแคบเข้ามาได้ โดยผนังด้านนอกของมันหดตัว เยื่อมูกที่อยู่ภายในมักจะย่น ตรงที่มันย่นเรียกว่า rugae และเมื่อช่องหรือโพรงนั้นขยายตัว มันจะกลับไปรูปเดิม แต่ก็มีบางส่วนของร่างกายที่จะมีรอยย่น ๆ นี้อยู่ตลอดเวลา เช่นในลำไส้เล็ก ซึ่งเราเรียกว่า cirular folds ซึ่งมันช่วยเพิ่มเนื้อที่ของลำไส้เล็ก ในการจะดูดซึมอาหารให้ได้มากขึ้น

หน้าที่ของ mucous membrane คือช่วยป้องกัน และนำเส้นโลหิต และน้ำเหลืองมาเลี้ยงบริเวณนั้น และทำให้เนื้อที่ ๆ มันบุนั้นเพิ่มขึ้นด้วย ช่วยในการขับพวก secretion และในการดูดซึม

เยื่อมูกนี้มักจะบุช่องของอวัยวะต่าง ๆ ที่ติดต่อกับภายนอก ไม่ว่าจะเข้าไปหรือออกมา มูกที่เยื่อชนิดนี้ขับออกมาเหนียวกว่าพวกน้ำเหลือง และน้ำใสอื่น เพื่อจะป้องกันพื้นที่บริเวณนั้น และป้องกันการระคายเคืองของสิ่งที่ผ่านไป เช่นอาหาร และกากอาหาร ถ้าเป็นชนิดที่มีขน เช่นในทางเดินหายใจ ก็ช่วยป้องกันเหมือนกัน โดยการที่ขนพัดออกอยู่ตลอดเวลา ป้องกันไม่ให้ฝุ่นหรือผงตกเข้าไปภายในได้

การที่เยื่อมีสีแดง เพราะมีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก เส้นโลหิตเล็ก ๆ ที่นำโลหิตไปยังเยื่อมูกส่งเข้าไปในชั้น submucosa จากชั้นนี้ส่งแขนงฝอยไปประสานกันเป็นตาข่ายเล็ก ๆ ไปยังชั้นที่อยู่ข้างนอก ทำนองเดียวกันเส้นน้ำเหลืองฝอยก็ประสานกันเป็นตาข่ายเล็ก ๆ อยู่ในชั้นนอกเช่นเดียวกัน และส่งน้ำเหลืองเข้าไปในเส้นใหญ่ที่อยู่ใน submucosa

(๔) Cutaneous membrane หมายถึงผิวหนังหรือเยื่อชั้นที่ห่อหุ้มร่างกาย โครงสร้างของมันสลับซับซ้อนมาก และหน้าที่ของมันก็มีมาก เพื่อป้องกันหุ้มห่ออวัยวะที่อยู่ใต้ ซึ่งจะได้อธิบายให้ละเอียดในบทที่ ๒๒

สรุป

Epithelial tissue ประกอบด้วยเซลล์ และ intercellular substances แบ่งออกเป็น

(๑) Spuamous epitheliums ระนิดนี้เซลล์มีรูปตัวแบน ๆ ถ้าเป็นระนิด simple ก็มีชั้นเดียว ถ้าเป็น stratified ก็มีหลายชั้น

(๒) columnar epitheliums เซลล์มีรูปเป็นทรงกระบอก ยอดของมันชี้ออกภายนอก แยกออกเป็นระนิดมีขน และระนิดไม่มีขน

(๓) Neuroepithelium เป็นเซลล์ที่สามารถรับความรู้สึกจากภายนอก

หน้าที่ของ epithelium

๑ ป้องกัน เช่นผิวหนังข้างนอก

๒ เคลื่อนไหว เช่นพวกที่มีขน

๓ ช่วยในการดูดซึม เช่นในลำไส้

๔ ช่วยในการขับพวก secretion อวัยวะที่ทำหน้าที่ขับน้ำต่าง ๆ ทั่วร่างกาย เช่นน้ำย่อย น้ำลาย น้ำมูก serum, enzymes ต่าง ๆ ประกอบด้วย epithelial cells

๕ รับความรู้สึก เช่น ตา หู จมูก

เยื่อ (membranes) หมายถึง tissues ที่เป็นแผ่นแบน ๆ บาง ๆ ที่หุ้มหรือบุอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย แบ่งออกเป็น ๔ ระนิด คือ

(๑) serous membranes ประกอบด้วย ก. simple squamous epithelium

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ข. ชั้นบาง ๆ ของ connective tissue เยื่อชนิดนี้เจริญมาจากชั้น mesoderm หุ้มบุช่องหรือโพรงที่ไม่มีการติดต่อกับภายนอก เยื่อนี้ชุ่มไปด้วย serum หน้าที่ป้องกันโดยเป็น ๑ หุ้มหรือบุอวัยวะภายใน และพวกเส้นโลหิต และน้ำเหลือง ๒ ขับ serum เพื่อหล่อลื่น

(๒) synovial เป็น serous tissue ชั้นบาง ๆ

หน้าที่ ๑ หุ้มหรือบุภายใน capsules ของข้อต่าง ๆ เอ็น และอยู่ใต้ผิวหนังกล้ามเนื้อและ เอ็น

๒ ขับน้ำไขข้อ ช่วยในการหล่อลื่น

(๓) Mucous membranes บุช่องหรือทางออกที่ติดต่อไปด้วยชั้น ก. epithelium อาจจะเป็น stratified, columnar, ciliated

ข. Basment membranes

ค. areolar หรือ lymphoid tissue

ง. Muscularis mucosa (โดยมากไม่มี)

หน้าที่ — ป้องกันโดยเป็น ๑ ผิวหนังที่ป้องกันอวัยวะภายในต่าง ๆ

๒ ขับมูก

๓ พวกที่มีขนช่วย คือขนช่วยพัดออกเพื่อกันไม่ให้ผงพัดเข้ามาภายใน หรือช่วยพัดพา secretion และอาหาร และกากอาหารทั้งหลาย

— นำเส้นโลหิตไปเลี้ยง

— ช่วยในการดูดซึม และการขับ secretion ต่าง ๆ

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

บทที่ ๑๑

เลือด (Blood)

ในบทนี้กล่าวถึงลักษณะของเลือด และ เม็ดโลหิตแดง โลหิตขาว platelets น้ำเหลืองของเลือด (plasma) การแข็งตัวของเลือด และการแบ่งชนิดของเลือด

เซลล์ทั้งหลายที่เป็นส่วนประกอบของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ต่างก็จำเป็นต้องทำหน้าที่ต่าง ๆ ให้แก่ร่างกาย การที่จะทำงานหรือมีชีวิตอยู่ได้ ตัวมันเองก็ต้องได้รับอาหาร และเมื่อทำงานแล้วของเสียก็จะต้องเกิดขึ้น และจะต้องถ่ายออกนอกร่างกาย และเซลล์ทั้งหมดของร่างกายเหล่านี้ต่างก็อยู่ไกลจากกระเพาะอาหาร และอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยสิ่งที่นำอาหารไปให้เซลล์ และช่วยพาสิ่งที่เซลล์ขับออกไปนอกร่างกาย สิ่งที่ทำหน้าที่เหล่านี้ได้อย่างดีก็คือ เลือด และน้ำเหลือง และ tissues ต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยตัวเซลล์ และ intercellular fluid

ลักษณะของเลือด

ถ้าดูด้วยตาเปล่า ลักษณะของเลือดก็มีสีแดง เป็นน้ำที่เหนียว และข้นนิดหน่อย ความข้นของมันประมาณ ๔ ๑/๒ ถึง ๕ ๑/๒ เท่าของน้ำ หรือจะพูดอีกอย่างก็ว่า มันไหลช้ากว่าน้ำ (ที่อยู่ในภาวะเดียวกัน) ๔ ๑/๒ ถึง ๕ ๑/๒ เท่า หนักกว่าน้ำนิดหน่อย มีความถ่วงจำเพาะระหว่าง ๑.๐๕๑—๑.๐๖๗ (จำนวนของความถ่วงจำเพาะนี้ เปรียบเทียบจากน้ำหนักของ น้ำกลั่น ในบริมาตเท่ากัน เมื่อ ๑๕ องศา เซนติเกรด น้ำหนักของน้ำเป็น ๑.๐๐๐) ในผู้ชายความถ่วงจำเพาะจะสูงกว่าในผู้หญิง แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว เฉลี่ย ๑.๐๕๘ เลือดมีกลิ่นโดยเฉพาะ มีรสเค็ม มีอุณหภูมิประมาณ ๓๗ องศาเซนติเกรด (๑๐๐.๓ องศาฟาเรนไฮต์) และมี ประมาณ ๗.๓๕—๗.๕

จำนวนของเลือดในคนรุ่นหนุ่มสาวประมาณ ๑/๒๐ ของน้ำหนักของร่างกายทั้งหมด ถ้าร่างกายทั้งหมดหนัก ๗๐ กิโลกรัม (๑๕๔ ปอนด์) น้ำหนักของเลือดจะมี ๓.๕ กิโลกรัม หรือตวงแล้วเป็น ๓.๓ ลิตร (๕๐๐๐ ซี ซี) โดยทั่ว ๆ ไปจำนวนของเลือดนี้ก็แตกต่างกันนิดหน่อยและปฏิภาค ระหว่างจำนวนน้ำเหลืองและจำนวนของเลือดก็ไม่คงที่ มีสาเหตุหลายอย่างที่เปลี่ยนแปลงจำนวนเหล่านี้ ตัวอย่างอันดีก็คือ อุณหภูมิที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา เคยมีผู้คิดว่า

เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูง จำนวนของเลือดจะเพิ่มขึ้น (เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเหลือง) โดยเหตุนี้ ถ้าความร้อนภายนอกลดต่ำลง จำนวนน้ำเหลืองจะเพิ่มขึ้น และจำนวนของเลือดลดลง

ในร่างกายที่เป็นโรค จำนวนของเลือดในร่างกายจะมีจำนวนไม่ปกติ คืออาจจะมากหรือน้อยลงก็ได้ เช่นในโรค polycythemia และในโรคโลหิตจาง

ส่วนประกอบของเลือด ถ้าดูด้วยตาเปล่าก็เห็นเพียงสีแดงเหมือนกันหมด ไม่มีตัวไม่ขุ่น (เลือดสด) ที่เรียกว่า homogenous แต่ถ้ามองด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะมองเห็นเม็ดเลือดที่เราเรียกว่า blood cells หรือ corpuscles เม็ดเลือดเหล่านี้ลอยอยู่ภายในน้ำเหลืองของเลือดที่เรียก plasma จำนวนของเม็ดเลือด และจำนวนของ plasma ก็ประมาณแล้วเท่า ๆ กัน

- blood
  - cells
    - erythocytes
    - leucocytes
      - lymphocytes
      - monocytes
      - granulocytes
    - platelets or thrombocytes
  - plasma

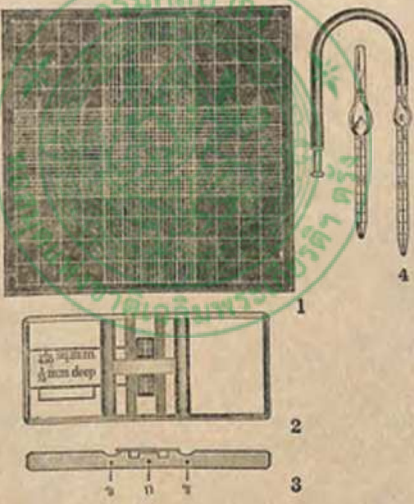
กรมศิลปากร

Erythocytes หรือเม็ดโลหิตแดง ถ้ามองดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีรูปกลมไม่มีนิวเคลียส และถ้ามองดูด้านข้างจะเห็นริมเว้าเข้าข้างใน ขนาดกว้างประมาณ ๗ ๗ ไมครอน ถ้าดูเซลล์ที่เรียงตัวกันบาง ๆ หรือแยกออกมาดูเป็นตัว ๆ ไม่ให้กลุ่มแน่นหนาเกินไป จะเห็นเม็ดโลหิตแดงมีสีเหลืองปนแดงนิด ๆ แต่ถ้าเซลล์พวกนี้มารวมกันมากเข้าจะมีสีแดง ผนังของเซลล์ยืดหยุ่นได้ ตัวเซลล์อ่อน ๆ งอไปมาได้ โดยเหตุนี้มันสามารถจะบีบตัวรอดผ่านรูเล็ก ๆ หรือรูที่เล็กกว่าตัวของมันเองได้ และเมื่อผ่านออกมาแล้วมันก็จะกลับรูปเหมือนเดิม ภายในตัวเซลล์มี เฮโมโกลบิน (hemoglobin or Hb.)

Hemoglobin เป็นสารพวกโปรตีนชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วย protein ที่ชื่อ globin กับเป็นเม็ดสีที่ชื่อ hematin (ซึ่งมีสารพวกเหล็ก) ในจำนวนเท่า ๆ กัน ส่วนของเหล็กในเฮโมโกลบินประมาณ ๐.๓๓% Hb. นี้สามารถจะรวมกับอ๊อกซิเจน เพื่อประกอบเป็น oxyhemoglobin เมื่อไปเลี้ยง tissues มันให้อ๊อกซิเจนแก่ tissues เพราะฉะนั้นจึงเหลือแต่ Hb.

หน้าที่ของเม็ดโลหิตแดง เม็ดโลหิตแดงมีหน้าที่หลายชะนิด เช่นนำอ๊อกซิเจนไปยัง tissues และช่วยนำคาบอนไดอ๊อคไซด์ออกจาก tissues และรักษาระดับของกรดด่าง (ความเข้มข้น และความถ่วงจำเพาะของเลือดในร่างกาย .Hb ของเม็ดโลหิตแดงที่อยู่ในเส้นโลหิตฝอยในปอด ก็รับอ๊อกซิเจนเข้าไปเต็มที่และเปลี่ยนเป็น oxyhemoglobin และเม็ดโลหิตแดงมีหน้าที่นำ oxyhemoglobin ไปยังเส้นโลหิตฝอยของ tissues อีกต่อหนึ่ง เพื่อจะแจกจ่ายอ๊อกซิเจนให้แก่ tissues โดยทั่วถึงกัน

สีของเลือดแล้วแต่จำนวนของ hemoglobin กับจำนวนของอ๊อกซิเจนที่มีในเลือด ถ้า hemoglobin ได้รับอ๊อกซิเจนเต็มที่เลือดจะมีสีแดงสด แต่ถ้าจำนวนของอ๊อกซิเจนลดลง เลือดจะมีสีแดงคล้ำ ซึ่งเราพบในเส้นโลหิตดำ



(รูปที่ ๑๓๖)

(เครื่องมือสำหรับนับเม็ดเลือดทั้งหมด ก. ช่องของกระจกที่ใช้นับเม็ดเลือด (chamber) ที่อยู่ระหว่าง slides กับ cover glass หนา ๐.๑ ม.ม รูป ๑ Counting chamber สำหรับนับเม็ดเลือด ๒ รูป slibe ทั้งอันมี counting chamber ๒ แห่ง ๓ แสดงด้านข้างของ slide ๔ pipettes ที่ใช้ดูดและผสมเลือด)

Hemolysis คือการละลายตัวของเม็ดเลือดแดง จะปล่อยเฮโมโกลบินออกมาใน plasma สารที่ทำให้เม็ดเลือดละลาย หรือทำให้เกิด hemolysis เรียก hemolytic agents เช่นพวก (๑) hypotonic solution หรือสารละลายที่มีความเข้มข้ น้อยกว่าความเข้มข้นที่มีอยู่ในน้ำเหลืองของเลือด ซึ่งจะไปทำให้ความเข้มข้นของสาร ใน น้ำเหลืองของเลือดลดน้อยลง (๒) โดยการใส่ blood serum ชะนิดที่ร่างกายไม่ต้ การเข้าไปในร่างกาย (๓) โดยการใส่พิษงู และสารจำพวกที่ได้มาจากผลที่ฉีดแบคทีเรีย ไปทำปฏิกริยาในร่างกาย หรือ immunizing substance ที่เกิดในร่างกาย (๔) โ การใส่ ether หรือ chloroform (๕) โดยการใส่เกลือ หรือ fatty acid (๖) โดยใส่ salts (๗) โดยใช้ความเย็นสลับกัน และกวน (๘) โดยใส่ amyle alchohol หรือ ppnin (๙) ใส่สารพวก แอมโมเนีย หรือพวกต่างต่าง ๆ พวกเม็ดโลหิตแดงที่ไม่มี จะไม่มีสี และไม่สามารถนำอ็อกซิเจนไปให้แก่ tissues ได้

จำนวนของเม็ดเลือดสีแดงเฉลี่ยทั่ว ๆ ไปในเลือดธรรมดา ๑ ม.ม ของผู้ชายมีเม็ดเลือดสีแดงประมาณ ๕ ล้าน ในผู้หญิงประมาณ ๔ แสน ๕ ล้าน ราะฉะนั้นโลหิตในร่างกายมีประมาณ ๒๐,๐๐๐,๐๐๐,๐๐๐,๐๐๐ ตัว และเซลล์หนึ่งตัวกิน ๐.๐๐๐๑๒๘ ต.ม ม.ม ทั้งหมดกันจะกินเนื้อที่ ๒ ๕๖๐ ตราง ม. โรคบางชะนิดอาจจ ห้เม็ดเลือดแดงลดน้อยลง หรือแตกต่างกันแล้วแต่ภูมิภาค อุณหภูมิ ส่วนประกอบ อด อาหารที่รับประทานเข้าไป และแล้วแต่อายุ เช่นมีมากในเด็กที่อยู่ในครรภ์ ละเด็กคลอดใหม่ สำหรับเวลาของวันหนึ่ง ๆ นั้น เม็ดโลหิตแดงจะมีน้อยในกระแ ลภายหลังเวลาที่รับประทานอาหารแล้ว (เพราะในขณะนั้น เม็ดเลือดแดงโดยมากไ ในการย่อย และการดูดซึมอาหาร)

เครื่องมือที่ใช้นับเลือดเรียกว่า hemocytometer ซึ่งมี sli สำหรับนับ และ pipettes สำหรับผสมเลือด เพื่อจะนับจำนวนของเม็ดเลือดแดง และ ดขาว Pipettes ที่นับเม็ดเลือดแดงจะมีเครื่องหมาย ๐.๕ ซึ่งดูดเลือดให้ถึงแค่นั้น รื่องหมาย ๑๐๑ (ให้ผสมกับน้ำยาถึงแค่นั้น) น้ำยาที่ใช้มี น้ำเกลือที่ใช้ในการแพทย์ ห rem's solution เพราะฉะนั้นตรง bulb ของหลอดแก้วจะมีเลือดและน้ำยาที่ผสมกันแ ๑:๒๐๐

Slides ที่ว่านี้ มีเส้นตารางที่ห่างกันเป็น ๑/๒๐ ม.ม และช่องของ cover glass ที่อยู่ข้างบน slide ห่างจาก slide เป็น ๑/๑๐ มม. ซึ่งเราใช้ใส่น้ำยาเข้าไปใต้ cover glass นั้น แล้วดูด้วยกล้องจุลทร ่น์จะเห็นน้ำยาอยู่บนสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ซึ่งอันหนึ่ง ๆ จะเป็น ๑/๔.๐๐๐ ล.บ มม. และจำนวน ลงเลือดข้างบนนั้นจะเป็น ๑/๒๐๐ เซลล์ ที่นับได้เป็น ๑/๘๐๐.๐๐๐ ล.บ มม. ของเลือด (๑/ × ๑/๒๐× ๑/๑๐× ๑/๒๐๐) ถ้านับเซลล์ใน ๘๐ ตารางเล็ก ๆ แล้วคูณด้วย ๑๐๐๐๐ จะ จำนวนของเม็ดเลือดแดงใน ๑ ล.บ มม. สมมุติว่าถ้านับ ๘๐ ตาราง ได้ ๔๕๐ เซลล์ คูณ ๑๐๐๐๐ เป็น ๔๕๐๐๐๐๐ เทคนิคการนับเม็ดเลือดนี้ มีความจำเป็นมากในการให้รู้เ อนของจำนวนเม็ดเลือดเพื่อใช้ในการทำนายโรค วิธีละเอียดให้ดูในหนังสือคู่มือห้อง ตูตร และตำรา clinical diagnosis

Hemoglob ในคนรุ่นหนุ่มสาวของเลือดธรรมดา ๑๐๐ ซีซี จะมี Hb. เฉลี่ยแล้วประมาณระหว่าง ๑ ถึง ๑๙ กรัม ในผู้ชาย ๑๔ ถึง ๑๗ กรัม เพราะฉะนั้นจึงคิดเอา ๑๖.๖ กรัม เท่ากับ % ในเด็ก ๔ ถึง ๑๓ ปี เฉลี่ย ๑๒ กรัม เมื่อคลอดแล้วมีประมาณ ๑๗.๒ กรัม ต่อ ๑๐ ซี ของเลือด เปอร์เซ็นต์ของเฮโมโกลบินนี้ได้มาจากการเทียบสีของเลือด กับสีมา วนที่ทำไว้

Color in ใช้พูดถึงจำนวนของเฮโมโกลบินที่มีอยู่ในเม็ดเลือด แต่ละตัวเมื่อเปรียบเทียบกับเซ รมดา ซึ่งใช้คำนวนโดยเอาจำนวนของเม็ดเลือดแดงที่นับได้ตั้งหารด้วยจำนวนของเฮ รบินที่ได้ เช่นถ้าเม็ดเลือดแดงมีจำนวนเต็ม ๑๐๐% เต็ม และจำนวนของ Hb. ๑๐๐% ป็นจำนวนของเซลล์ปกติ แต่ถ้าจำนวนของ Hb. เป็น ๗๐% จะได้ ๗๐/๑๐๐ หรือเท่ /๑๐ เพราะฉะนั้นจึงแสดงว่าเซลล์มี Hb. ๗/๑๐ ของตัวมัน Color index นี้สำคัญใ ลหิตจาง ร้ายแรง

วงจรชี่ ม็ดโลหิตแดงไม่รู้แน่ชัดลงไป แต่เคยมีผู้ให้เหตุผลว่ามันเกิดจาก endothelial cell ต้นโลหิตฝอยของไขกระดูกสีแดง เมื่อเซลล์มีการแบ่งตัวก็เกิดเป็น erythroblasts นคลียสใน erythroblast และ grannules ใน cytoplasm ก็หายไป เซลล์ก็เล็กลงมี ม็ดโลหิตแดง ต่อจากนี้ก็มีเฮโมโกลบินเกิดขึ้นทีละน้อยก่อนที่มันจะเข้าไปในกระแ โดยเหตุนี้ในเลือดบางทีก็พบ erythrocytes, reticulocytes,

normoblasts และในเด็กที่อยู่ในครรภ์ (embryo) ตับและม้ามสามารถสร้างเม็ดโลหิตแดง เพราะมีเซลล์ที่ทำให้เกิดเม็ดโลหิตแดง (erythropoietics tissues) เม็ดโลหิตแดงมีชีวิตอยู่ได้ ๒๐ – ๕๐ วัน จำนวนที่ได้นี้ได้จากการคำนวนที่เสีย bile pigments ในสิ่งที่ถ่ายออกนอกร่างกายประจำวัน การตัดกระดูกดูไขกระดูกแสดงให้เห็นเม็ดโลหิตแดงที่เจริญหลายระยะ แต่จะให้รู้ว่าเม็ดโลหิตแดงตายหรือหายไปเมื่อไรแน่นั้น หรือโดยอย่างไรนั้นไม่รู้แน่ เรารู้แต่เพียงว่ามันถูกทำลายและละลายอยู่ในโลหิต และมันถูกทำลายโดยม้าม ในต่อมน้ำเหลือง และในตับและ ๘๕ % ของเหล็กในตับจะได้เอากลับมาใช้อีก ส่วน ๑๕ % ต้องได้แทนที่โดยการกินอาหารที่มีเหล็กเข้าไป

เม็ดโลหิตขาวเป็นพวก amoeboid cells ตัวเล็ก ๆ แต่มีขนาดโตกว่าเม็ดโลหิตแดง บางทีก็เรียก leucocytes บางทีก็ใช้คำว่า leucocytes เฉพาะ แต่เม็ดโลหิตขาวที่มีแต่ granules เท่านั้น

จำนวนเม็ดโลหิตขาวในคนปกติมี ๕๐๐๐ ถึง ๙๐๐๐ ใน ล.บ.มม. ของเลือด (ประมาณ ๑ ตัว ต่อเม็ดโลหิตแดง ๗๐๐ ตัว) ถ้ามีจำนวนมากกว่าปกติเรียก leucocytosis ที่พบในโรคที่มีการอักเสบมาก ๆ เช่น ปอดอักเสบ ไส้ติ่งอักเสบ หนองมีที่ใดที่หนึ่ง ถ้าเกิดมีจำนวนน้อยกว่าปกติก็เรียก leucopenia เช่นในอาการของโรคไทฟอยด์ และวรรณโรค ส่วนในคนปกติถ้าเม็ดโลหิตขาวมีถึง ๑๐๐๐๐ มักพบในเวลาที่ย่อยอาหาร การออกกำลัง ในคนที่มีครรภ์ หรือในเวลาที่อาบน้ำเย็น ๆ แต่ถ้าโดยที่ไม่มีเหตุดังกล่าวแล้ว แสดงว่าเป็นโรคอย่างใดอย่างหนึ่ง

การนับเม็ดโลหิตขาว ใช้ pipettes ที่สำหรับนับเม็ดเลือดขาว ดูดเลือดถึงขีด ๐.๕ แล้วดูดกรด acetic ๑ ½ เปอร์เซนต์ ถึงขีดที่ ๑๑ ใน bulb ที่มีเม็ดแก้ว เลือดนั้นถูกผสมแล้วเป็น ๑ ใน ๒๐ ถ้าเอาเลือดนี้ดูด้วยกล้องจุลทัศน์ (ที่มี cover glass) ดูตามสี่เหลี่ยมรูปใหญ่ ซึ่งแต่ละสี่เหลี่ยมจะมีเนื้อที่ ๑ ล.บ. มม. หรือเป็นน้ำยา ๑/๑๐ ล.บ.มม. ๑/๒๐ ก็เป็นจำนวนเลือด เซลล์ที่เห็นหรือนับได้เป็น ๑/๒๐๐ ล.บ.มม. ของเลือด ถ้านับในสี่เหลี่ยมใหญ่ ๔ อันได้เท่าไร คูณด้วย ๕๐ ผลเป็นจำนวนเม็ดเลือดขาวใน ๑ ล.บ.มม. ถ้านับได้ ๑๔๐ คูณ

ด้วย ๕๐ เป็น ๗๐๑๑ ดังนี้เป็นต้น

Amoeboid movements เป็นการเคลื่อนไหวของเม็ดเลือดขาว ซึ่งสามารถลอด เข้าไปตามผนังของเส้ โดหิตฝอยไปล้อมรอบ tissue ที่ถูกทำลาย เพื่อป้องกันอันตรายให้ แก่ร่างกาย เม็ด ลหิตขาวมีหลายชนิดตามแต่รูปร่างและ granules ที่อยู่ใน cytoplasm ปฏิกริยาที่มันมีต่อสีที่ .ย้อม

เม็ดเลือดข

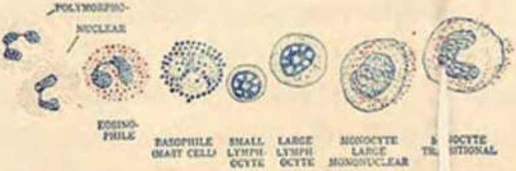
- (๑) Lymphocytes มี (๒๐—๒๕%)
  - ก. เล็ก ๖—๑๐ ไมครอน
  - ข. ใหญ่
- (๒) Monocytes มี ๓—๗%
  - ก. Mononeuclear ๙—๑๒ ไมครอน
  - ข. Transitional
- (๓) Granulocytes
  - ก. Neutrophiles ๗—๑๒ ไมครอน
  - ข. Eosinophiles ๙—๑๔ ไมครอน
  - ค. Basophiles ๗—๙ ไมครอน

Lympho เกิดจาก reticular tissue ของต่อมน้ำเหลืองภายใน cutoplasm ของมันไม่มี granu นิวเคลียสใหญ่ lymphocytes อย่างเล็กมีจำนวนมากกว่าอย่างใหญ่ และเมื่อเป็นเด็ก ๆ นของ lymphocytes ถึง ๓๐ ข้างละ ๑๐ รวบจำนวนลดลง ๕๐—๓๕ %

Monocyt งแยกออกเป็น mononeuclear และ transitional เป็นเซลล์ที่ใหญ่มี neucleus ที่ใหญ่ เดียว ทำหน้าที่ช่วยกินแบคทีเรียได้ (phacocutes) graneulocytes พวกนี้มี amoeboi emint แยกออกเป็น

(๑) Ne iles หรือ polymorphoneuclear leucocytes ซึ่งมีนิวเคลียสแบ่ง ออกเป็นชิ้น ๆ (1 และ granules ของมันย้อมติดสีที่มีฤทธิ์เป็นกลางมีประมาณ ๖๐— ๗๐ % ของเม็ดโล ทั้งหมด มันมีหน้าที่ช่วยกินแบคทีเรีย เกิดจากไขกระดูกในตอนที่ เป็นหนุ่มสาว

(๒) E iles มีขนาดและรูปร่างเหมือน neutrophiles แต่ granules ใน cytoplasm ให ะย้อมติดสีที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น eosin ชนิดนี้มี ๒—๔ % แต่ใน โรคบางอย่างก็มี นี้ เกิดในไขกระดูกเหมือนกัน



(รูปที่ ๑๓๗)

(*แสดงชนิดต่าง ๆ ของเม็ดโลหิตขาวที่ย้อมด้วย* Wrig stain)

(๗) Basophiles มีนิวเคลียสรูปต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น ๆ granules ใน cytoplasm ย้อมติดสีทึมถูกเป็นต่าง ชนิดนี้มีประมาณ ½ %

จำนวนของชนิดต่าง ๆ ของเม็ดโลหิตขาวในเลือด แตก ทันในอาการของโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะในเวลาที่มีการอักเสบ โดยเหตุนี้จึงนับให้รู้แน่จ นวนชนิดต่าง ๆ ของมันที่เรียกว่า Differential count มีประโยชน์มากในการทำนายโร

หน้าที่ของเม็ดโลหิตขาวนั้นมีมากมายหลายหน้าที่ ซึ่งจะ วต่อไป และไม่สามารถจะเข้าใจได้แจ่มแจ้งมากกว่านี้ หน้าที่ ๆ สำคัญก็คือ (๑) ร่างกายป้องกันพวกแบคทีเรียที่จะมาทำให้เกิดโรคซึ่งกินมันเข้าไปเป็นการทำลายมันโดย หรือสร้างสารชนิดหนึ่งทำลายมัน สารชนิดนี้คือ bacteriolysin ซึ่งไปละลายพวก แบ ยอีกต่อหนึ่ง พวกเม็ดโลหิตขาวที่กินแบคทีเรียเรียก phacocytes และวิธีการณ์นั้นเรี ่acocytosis พวก neutrophile ทำหน้าที่นี้ได้ดี บางคนเรียกมันว่า microphage

การที่เม็ดโลหิตขาวกินแบคทีเรียเข้าไปนี้ อาศัยสารซ่ ที่มีในเลือดที่เรียก opsonin ซึ่งเตรียมแบคทีเรียให้เม็ดโลหิตขาวกิน (๒) ช่วยในกา เรม tissues และในการงอกใหม่ของ tissues ตามที่รู้ว่าเซลล์ของ connective tissue pithelial tissues ที่งอกใหม่ซ่อมแซมเซลล์ที่หลุดตายไปนั้น ไม่สามารถใช้สารที่มีอยู่ ช่วยทำงานนี้โดยตรงได้ ต้องอาศัยสารชนิดหนึ่งที่เรียก trephones ที่เม็ดโลหิตร ขึ้น (๓) เม็ดโลหิตขาวช่วยในการดูดซึมภายในลำไส้ให้เล็ก (๔) ช่วยในการทำ เร็งตัว (๕) รัก

ษาระดับของ โปรตีนในเลือด (blood proteins ที่ว่านี้ไม่ใช่พวกที่พบในอาหารที่ย่อยแล้วในกระเพาะแต่มีอยู่ใน plasma)

Inflammatio[illegible] คือการอักเสบที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะโดยได้รับอันตรายจากอุบัติเหตุหรือโดยเชื้อโรคทำให้ [illegible]บริเวณที่มีการอักเสบถูกรบกวนมีเลือดมาเลี้ยงมาก ถ้าการอักเสบยิ่งมากยิ่งมีเลือดมาเลี้ยง[illegible]ขึ้น พวกเม็ดเลือดขาวจะทำหน้าที่ของมันทันที โดยลอดผ่านผนังของเส้นเลือด ออก[illegible]ที่บริเวณนั้น บางทีมี blood plasma ออกมาด้วย ส่วนเม็ดโลหิตแดงนั้นมีเป็นจำนวนน[illegible]ก็จะดันออกมาจากผนังของเส้นโลหิตฝอยได้ จึงทำให้บริเวณนั้นเกิดแดงร้อน บวม [illegible] และทำหน้าที่ของมันไม่ได้ ซึ่งอาจจะเนื่องจากพิษของแบคทีเรียไปทำลายที่เนื้อเยื่อตรง[illegible]ให้เจ็บ และมีโลหิตไปสู่มากจึงทำให้แดง เนื่องจากโลหิตเบ่งพองตัวขึ้นทำให้ตรง[illegible]วม และมี tissues fluid ไปขังที่นี่มากน้ำนั้นไปกดปลายประสาททำให้เจ็บ เมื่ออา[illegible]เป็นเช่นนี้พวกเม็ดโลหิตขาว และแบคทีเรียจึงต้องต่อสู้กัน ทำให้ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งตาย[illegible] ซึ่งถ้าเม็ดโลหิตขาวชนะมันก็ฆ่าแบคทีเรียตายหมด และหาทางขับออกภายนอก แ[illegible]เม็ดโลหิตขาวจะหาทางกลับเข้าไปในเส้นโลหิตอีก ถ้าเม็ดโลหิตขาวชนะ จำนวน [illegible]ocytes และ tissues จะถูกทำลายลงมากเกิดเป็นหนองขึ้น หนองนี้คือพวกแบคทีเรี[illegible]จาก phacocytes และ tissues ที่ตายรวมทั้ง tissue fluids ที่ถูกขับออกมาจากเส้น[illegible]

วงจรชีวิต[illegible]ม็ดโลหิตขาว เรารู้เกี่ยวกับมันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ว่ามันมีอายุสั้นมาก และมันถูกท[illegible]ในม้าม ตับ และในไขกระดูก

Blood pl[illegible] หรือ thrombocytes ถ้าดูด้วยกล้องจุลทัศน์รูปร่างของมันทางด้านหน้า เป็นรูป[illegible]เล็ก ๆ มีขนาดกว้าง ๒–๔ ไมครอน ถ้าดูด้านข้าง ๆ จะเห็นมันเป็นท่อนเล็ก ๆ สั้น [illegible]เฉลี่ยประมาณ ๓๐๐๐๐๐ (๓ แสน) ต่อเลือด ๑ ล.บ.มม. ถ้าเอาออกจากเลือดมัน[illegible]วน และละลายตัวเร็วมาก นอกจากใส่สารพวกที่ไม่ให้เลือดแข็งตัว

Plasma [illegible]ำเหลืองของเลือดเป็นสารละลายที่มีส่วนผสมหลายอย่าง ในนั้นใสมีสีเหลืองทอง เป็[illegible]ยพาอาหารและถ่ายเทของเสียให้แก่เซลล์ เมื่อเซลล์ทำงานให้ร่างกายโดยการสร้าง[illegible]ะทำลายต่าง ๆ ก็ตาม ส่วนประกอบของ Plasma มีดังนี้คือ

น้ำ ส่วน $\frac{1}{20}$ นั้นได้ถูกรักษาให้อยู่ในระดับนี้เสมอ โดยน้ำที่เรารับประทานเข้าไป และถ้ามากเกินไปก็ถูกขับออกทางไต และแลกเปลี่ยนหรือเฉลี่ยสารที่มีอยู่ในมันระหว่างเลือดกับ tissue fluid และเซลล์ต่าง ๆ

Blood protein มีโปรตีน ๓ ชนิด คือ fibrinogen, serum globulin, serum albumin พวกโปรตีน ๒ อันแรกจัดอยู่ใน globulin ส่วน serum albumin อยู่ในพวก albumin (albumin และ globulin ให้ผลจากวิธีการทดลองเหมือนกัน ทั้งสองแข็งกระด้างเมื่อใช้ความร้อน แต่ต่างกันในการละลายตัวของมัน) ส่วน fibrinogen นั้น เรารู้ว่ามันทำในตับ

Blood protein พวกนี้ช่วยรักษาระดับ osmotic pressure ของเลือดและให้เลือดมีความเหนียวตามปกติของมัน นอกจากนี้ช่วยรักษาระดับกรดด่างในเลือด ส่วนภูมิต้านทานที่เกิดขึ้นในร่างกายนั้นต้องอาศัย serum globulin

พวกอาหารซึ่งได้ถูกย่อยครั้งสุดท้ายแล้วที่ได้จากการดูดซึมเข้าไปในเส้นเลือด เช่น พวก amino acid, glucose และไขมันในเลือดของคนปกติ Amino acid น้ำตาลและพวกไขมันมีส่วนเท่า ๆ กันคือ ๐.๐๕—๐.๑๕% แต่ถ้ากินอาหารจำพวกไหนมาก ก็อาจจะมีจำนวนอาหารนั้นมากขึ้นในเลือดเพียงชั่วคราวได้

เกลือที่มีอยู่ในเลือดได้จากอาหารที่เรากินเข้าไปแล้ว จากปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในร่างกาย เกลือที่มีมากที่สุดได้แก่พวกโซเดียมคลอไรด์ (Na 61) มี ๐.๗๕% ในน้ำเหลืองของเลือด

สารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่นพวก Urea, uric acid, creatine, purine based และสารอื่น ๆ ที่เซลล์ถ่ายออกมา ในเลือดเพื่อจะส่งไปยังไตและอวัยวะขับถ่ายต่าง ๆ

แก๊สต่าง ๆ ที่ละลายปนในเลือดก็มี อ๊อกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ กรดคาร์บอนิค จาก tissues ไปเข้าเลือดได้ แต่ในเลือดก็มี buffer substances เช่นโซดาไบคาร์บอเนต โซเดียมฟอสเฟต โปรตีน ซึ่งเมื่อไปรวมกับกรดในเลือดแล้วก็แปลงเป็นสารอื่น ที่อยู่เป็นกรด และด่างธรรมดานั้นมีเป็นจำนวนน้อย

สารพิเศษต่าง ๆ เพราะเลือดเป็นตัวกลางที่นำ secretion จากอวัยวะต่าง ๆ เช่น

พวก enzymes, antithrombin, antiprothrombin, และ prothrombin เพื่อไปใช้แก่อวัยวะที่ไม่ได้สร้าง หรือแจกจ่ายไปยังส่วนที่ร่างกายต้องการ

ภูมิต้านทานข ร่างกาย (antibodies) ศัพท์นี้หมายถึงสารจำพวกที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อโรคที่ไปทำให้เกิด ภายในร่างกาย การที่หายจากโรคหลายชนิด เนื่องจากมีสารชนิดนี้ในเลือด ไปท ยหรือต่อสู้พวกเชื้อโรคเหล่านั้น เมื่อแบคทีเรียเข้าไปในร่างกาย มันไปกระตุ้นร่างกายท ต้านทานนี้ขึ้น ภูมิต้านทานนี้แยกออกเป็นชนิดได้ดังนี้คือ (๑) พวก lysin ที่ไปช่วยละลาย แบคทีเรีย (๒) opsonins ซึ่งช่วยเม็ดเลือดขาวให้มีความไวต่อหรือสามารถกินแบคที ได้ (๓) ทำ agglutinin ซึ่งทำให้พวกแบคทีเรียตกตะกอนพวก antitoxin นับเข้าในพ antibodies เพราะมันไปต่อสู้พิษของแบคทีเรีย ที่ทำอันตรายแก่ร่างกาย antibodies ที่เกิด ในเลือดนั้นต้องใช้เวลาสร้างและต้องแล้วแต่สุขภาพของร่างกายด้วย

หน้าที่ของเลื เลือดเป็นสิ่งที่ไหลไปในร่างกายได้ทั่วถึงกัน และช่วยติดต่อระหว่างอวัยวะต่าง ๆ ของร่า เพราะฉะนั้นหน้าที่สามัญที่สุดของมันคือ

นำออกซิเจ ปอดให้

นำอาหารท ซึมได้จากลำไส้ไปให้

นำสิ่งที่อวัย อย่างสร้างขึ้น เช่นฮอโมนและ enzymes ต่าง ๆ ไปยังอวัยวะที่ต้องการ

นำของเสีย จากการทำงานของร่างกาย ไปยังอวัยวะที่ช่วยขับถ่าย เช่น ปอด ไตและลำไส้เล็กและ ง

ช่วยรักษา มิของร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ

ช่วยในการ นหรือต่อสู้แบคทีเรีย ที่จะทำร้ายร่างกาย

ช่วยรักษา ในร่างกาย

มันแข็งตัว การเสียเลือด เมื่อร่างกายได้รับอันตราย

การแข็งตัวของเลือด

เมื่อเจาะเ มาจากร่างกายของคนธรรมดา ทีแรกจะเห็นว่ามันเป็นของเหลว ในไม่ช้าก็จะข้นเข้า วเฉย ๆ มันจะข้นเข้าเหมือนกับวุ้นเละ ๆ เม็ดเลือดจะไปรวมกัน

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

เป็นก้อน (clot) น้ำเหลืองของเลือดที่อยู่รอบ ๆ จะมีสีเหลืองใส ๆ เรียก blood serum ถ้าเอาก้อนเลือดที่แข็งนี้ไปดูภายใต้กล้องจุลทัศน์ จะเห็นว่ามันมีเส้นใยเล็ก ๆ หรือ fibrin ประกอบกันเป็นตาข่ายซึ่งมีเม็ดโลหิตขาวและแดงไปเกาะอยู่ ถ้าก้อนเลื ดนั้นหดตัว หมายถึงพวกเม็ดโลหิตแดงยังคงเกาะอยู่ที่ตาข่ายนั้น แต่เม็ดโลหิตขาวบางช่ จะหนีจากก้อนเลือดไปอยู่ที่ serum เพราะมันเคลื่อนไหวได้ (amoeboid movement) fi in ที่กล่าวถึงนี้ละลายไม่ได้ (แต่พวก fibrinogen ที่เป็นต้นเกิดของมันละลายได้) วิ ารณ์ที่เลือดแข็งตัวนั้นได้มาจากการเปรียบเทียบการแข็งตัวของน้ำนมที่มี renin ช่วย งหนังสือสรีรวิทยาของหมอ Howell กล่าวว่าในเลือดมีสารอยู่ ๒ ชนิด ที่จะป้องกันไม่ใ ดในเส้นเลือดแข็งตัว คือ Antithrombin และ Antiprothrombin (heparin) และมีสาร ๓ ชนิดที่ช่วยให้เลือดแข็งตัวคือ (๑) fibrinogen (๒) เกลือแคลเซี่ยม (๓) prothron เมื่อเลือดแข็งตัวนั้น prothrombin และเกลือแคลเซี่ยมมารวมกันเป็น thrombin thrombin นี้ เปลี่ยน fibrinobin ให้เป็น fibrin ซึ่งละลายไม่ได้ fibrin กับเม็ดเลือดม ะกันเป็นก้อนเลือดขึ้น (clot) ถ้าเขียนสูตรจะได้ดังนี้ คือ

เมื่อเซลล์ของเลือด และของ tissues ได้รับอันตรายจะเ สารชนิดหนึ่งที่ถูกขับออกมา ———————→ cephalin

สารที่ขับออกมานี้ไปทำให้ antithrombin และ antiproth in เป็นกลาง (คือไม่ทำงาน)

prothrombin + แคลเซี่ยม + thromboplastic ——— thrombin

thrombin + fibrinogen ———————→ fibrin

fibrin + เม็ดเลือด ———————→ clot

ประโยชน์ในการที่เลือดแข็งตัว ที่สำคัญที่สุดคือ ช่วยห ตกเลือด โดยก้อนเลือดที่แข็งตัวนั้นไปช่วยปิดช่องของเส้นเลือดที่ได้มีการฉีกขาดขย ป็นทางให้เลือดไหล วิธีอันนี้ใช้ทำให้เลือดหยุด โดยการทำให้เลือดแข็งตัวโดยเร็ว ให้เส้นโลหิตหดตีบลง เพื่อทำให้มันช่องของมันที่ฉีกขาดจะหดเล็กลงด้วย ก้อนเลือด สามารถจะปิดอยู่ได้ ทำให้เลือดหยุดเร็วเข้า

ในคนธรรมดา เลือดจะแข็งตัวภายใน ๕ นาที น้อยรายที่เลือดไม่แข็งตัวตามเวลานี้ หรือไม่แข็งตัวเสียเลย ดังนั้นถ้าเกิดได้รับอันตรายใด ๆ ที่เกิดมีการตกเลือด หรือได้รับการผ่าตัด ก็จะมีผลร้าย[illegible]มาก ซึ่งเราเรียกการตกเลือดที่ไม่หยุดนี้ว่า hemophilia ผู้ชายมักจะทนการตกเลือดได้น้อย[illegible]ว่าผู้หญิง ยกเว้นในรายที่เป็นกรรมพันธุ์จาก hemophilia

ภาวะที่เป็นผล[illegible]ทำให้เลือดแข็งตัวเร็ว หรือช่วยเร่งการแข็งตัวของเลือด

(ถ้าผนังของเส้[illegible]เลือดมีการฉีกขาด)

การใช้อะไร[illegible]บาง ๆ เช่นผ้ากอซปิดที่ปากแผล

การใช้พิษข[illegible]บางชนิด

การใช้ความ[illegible]ที่สูงกว่า ๔๖ องศาเซนติเกรด (๑๖๖ องศาฟาเรนไฮต์) เช่นใช้ sponge หรือผ้าชุบน้ำ[illegible]ๆ แทนก็ได้ ปิดแผลซึ่งอาจจะเป็นการเร่งการสร้าง thrombin และการเปลี่ยนแปลง[illegible]ต่าง ๆ ของการที่จะทำให้เลือดแข็งตัว

การพักอวัย[illegible]ๆ ที่เป็นแผล เพื่อให้ clot ที่ปิดแผลอยู่นิ่ง ๆ เพราะว่าถ้าหลุดไปเลือดกลับออกอีกได้ ถ้า[illegible]เลือดมาใส่ถ้วยไว้ การกวนหรือเขย่าจะช่วยเร่งให้ platelet ละลายตัว ซึ่งเป็นการเร่งใ[illegible] cephalin ช่วยการแข็งตัวของเลือด

การแข็งตัว[illegible]เลือดเกิดขึ้นช้าเพราะ

เกลือแคลเ[illegible]มในร่างกายต่ำเกินไป ไม่พอเพียง

ใส่เกลือขอ[illegible] citrates หรือ oxalates ลงไปในเลือด ซึ่งไปทำกริยากับแคลเซียม

อุณหภูมิต่[illegible]ความเย็นทำให้การแข็งตัวของเลือดช้า แต่โดยมากใช้ทำให้หยุดการตกเลือด เพราะทำ[illegible]เลือดหดตัว

thromboc[illegible]ในเลือดมีน้อยหรือผิดปกติ

ความเข้ม[illegible]เกลือบางชนิดในเลือดมีมากเช่น แมกนีเซียมซัลเฟต โซเดียมซัลเฟต และโซเดี[illegible]อไรด์

น้ำยาที่สะ[illegible]ากปลิง หรือยุงบางชนิด

มี fibrin[illegible]

ขาดไวตา[illegible] เพราะไวตามินนี้สำคัญในการสร้าง prothrombin คนไข้ที่เป็นดี

ซ่าน (เนื่องจากท่อถุงน้ำดีถูกอุด) การแข็งตัวของเลือดเกิดขึ้นช้ามาก เพราะว่าไม่มีน้ำดีช่วยในการดูดซึมอาหารที่มีไวตามิน เค จากลำไส้ได้

การเอา fibrin ออกจากเลือดสด ๆ ก่อนที่มันจะแข็งตั ใช้แท่งอะไรก็ได้ที่เล็ก ๆ ยาว ๆ กวน เพื่อให้ fibrin ติดขึ้นมาหมดเลือดจะไม่แข็งตัว เลือ เรียกว่า defibrinated

ที่ว่าทำไมเลือดไม่แข็งตัวในเส้นเลือด เพราะว่าในเส้นเลือ ม่ถูกทำอันตราย นอกจากนั้นยังมีสารที่ช่วยไม่ให้เลือดแข็งตัว เช่น antiprothrombin & thrombin

สาเหตุที่พบบ่อยที่ทำให้เลือดแข็งตัวในเส้นเลือดเพราะ

(๑) มีสิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการ (foreign bodies) เข้า นเส้นเลือด เช่นพวกอากาศ เข้าไปแล้วไม่ถูกดูดซึมไป มันจะไปกระตุ้นให้เลือดสร้าง hrombin จึงเกิดการแข็งตัวของเลือดขึ้นในเส้นเลือด

(๒) เมื่อเยื่อบุภายในเส้นเลือดได้รับอันตราย เช่นเส้นเลื ูกรัดแน่นเกินไป หรืออาจจะได้รับการชอกช้ำเนื่องจากการผ่าตัด พวก endothelial cell ะเยื่อที่บุภายในหลอดเลือดจะหลุดออกมาเป็น foreign bodies ในเส้นเลือดหรืออาจจะใ ภายในเส้นเลือด แต่จะทำให้ platelets ได้รับอันตราย และรวมกันกับเม็ดเลือดขาวไปส ร้าง thrombin และการแข็งตัวของเลือดได้ นอกจากนี้สารที่พวกแบคทีเรียอื่น ๆ สร้าง หรือพิษของมันอาจจะไปทำอันตรายกับเยื่อที่บุภายในหลอดเลือด และให้ผลเหมือนก ได้ (การอักเสบของเยื่อที่บุภายในหลอดเลือดดำ เรียก phlebitis thrombus และ e us ถ้าเกิดมีการของเลือดขึ้นภายในเส้นเลือดแล้วอุดเส้นเลือดของหัวใจหรือบางส่วนข อง (เกิดขึ้นที่นั่นและอุดที่ตรงนั้น) เรียก thrombus และอาการที่เกิดขึ้นเรียกว่า throm ซึ่งก้อนเลือดนั้นอาจจะถูกกระจายไปและดูดซึมหายไปได้ แต่ถ้ามันอุดอยู่ที่นั่นอันตรา ขึ้นก็คือ ทำให้การไหลเวียนของเลือดบริเวณนั้นถูกกัก ทำให้คนไข้ตายได้ แต่ถ้าเ กิดขึ้น เกิดเป็นก้อนขึ้นที่ใดก็ตาม แล้วไปตามกระแสโลหิต ไปอุดที่อื่น ๆ (ใ ที่) เรียก Embilus และอาการที่เกิดขึ้นเรียก embolism

การฟื้นตัวใหม่ หรือการกลับคืนมาของเลือดในรายที่มีก ลือด (Regeneration

of blood) จากผลที่มีการทดลองกันดังนี้ แต่คงว่าถ้ามีการตกเลือดน้อย plasma หรือน้ำเหลืองของเลือด จะกลับมีจำนวนเท่าเดิมได้ภายใน ๒๔ ถึง ๓๔ ชั่วโมง แต่ถ้ามีการตกเลือดมาก จะใช้เวลา ๔ ถึง ๔๗ ชั่วโมง ส่วนจำนวนของเม็ดเลือดแดง และเฮโมโกลบินนั้น จะเกิดขึ้นแทนช้า วาจะต้องใช้เวลาหลายวันหรือหลายอาทิตย์ก็ได้

แต่ถ้าจะเร่งใ ลือดมีจำนวนเท่าเดิมเร็ว โดยมากใช้การฉีดน้ำยาเข้าใต้ผิวหนัง หรือเข้าในเส้นเลือดดำ หรือการเติมเลือด น้ำยาที่ฉีดเข้าใต้ผิวหนังมักเป็นน้ำเกลือที่ใช้ในการแพทย์ (P.S.S.+ ๐.๗๕ % ของเกลือมีในน้ำยานั้น ที่ ๆ จะฉีดมักจะเป็นที่ ๆ มีเซลล์เรียงกันอยู่ ไม่ แน่นหนา เพราะช่วยการดูดซึมเร็ว เช่นที่หน้าท้องข้างบน iliac crest นิดหน่อย แล ้าขาเป็นต้น

ส่วนการฉีด ส้นบางทีก็ใช้น้ำเกลือเหมือนกัน ฉีดเข้าในเส้นโลหิตดำ เส้นที่เรียกว่า cephalic ? median basalic vein ซึ่งมักจะเป็นเส้นที่ใหญ่และนูนขึ้นชัด และออกมาใกล้ ๆ ผิวแ ้าแขน

ผลที่ไม่ได้ ในการที่ฉีดน้ำเกลือเข้าเส้นเพราะ มันอยู่ในกระแสร์เลือดเพียงเวลาอันสั้น โดยที่มันซึม า tissue ได้เร็วไปทำให้มีการบวมขึ้นตามตัว โดยเหตุนี้จึงมักจะใช้ plasma เพราะ ู่นาน และให้ประโยชน์มาก

การเติมเลื ก transfusion คือการเอาเลือดจากคนหนึ่งมาเติมให้อีกคนหนึ่ง (คนที่ให้เลือดเรียก nor) และคนที่รับเลือดเรียกว่า recipient

การเติมเลื ๒ วิธี (๑) ทางตรง คือใช้เข็มเจาะเลือดจากผู้ให้ข้างหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งก็ต่อ งไปให้ผู้รับทันทีที่เจาะออกมา (วิธีนี้ไม่นิยม) (๒) โดยทางอ้อม วิธีนี้ใช้มาก โดยก เลือดจากผู้ให้มาใส่ขวดไว้ทีหนึ่งก่อน แล้วใส่สารที่ไม่ให้มันแข็งตัว เช่น โซเดียมไ (sodium citrate) แล้วจึงค่อยฉีดเข้าในเส้นโลหิตของผู้รับ แต่ก่อนจะฉีดให้แก่ผู้รั ้ทดลองเลือดนั้นก่อน ว่าใส่ให้ผู้รับได้ไม่เป็นอันตราย วิธีทดลองก็มี blood typing หาพวกของเลือดว่า เลือดของผู้ให้อยู่ในพวกไหน และเลือดของผู้รับควรจะอยู่ในพ กัน และหาเชื้อ syphilis ว่ามีในเลือดนั้นหรือไม่เพราะอาจจะติดต่อกันทางเลือดได้

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

Blood typing หรือการแยกเลือดออกเป็นพวกๆ ซึ่งแยกตามชนิด agglutination ของเม็ดเลือด ในรูปที่ ๑๓๘ แสดงผลจากห้องทดลอง โดยเอาเลือดใส่กับ serum ที่เรารู้จักว่าอยู่พวกไหน และแสดงถึง agglutinogen และ agglutinins ในเลือด เพื่อจะอธิบายถึงข้อนี้ คือเม็ดเลือดนั้นมีสารอยู่ ๒ ชนิด คือ agglutinogen

AGGLUTININS IN SERUM

AGGLUTINOGENS	CELLS	ab	b	a	o
	O	–	–	–	–
	A	+	–	+	–
	B	+	+	–	–
	AB	+	+	+	–

(รูปที่ ๑๓๘)

(Blood grouping เครื่องหมาย + แสดงว่ามี agglutination
เครื่องหมาย – แสดงว่าไม่มี agglutination)

กรมศิลปากร

A และ B (ใช้อักษรตัวใหญ่) ส่วน serum นั้นมี agglutinins ๒ ชนิด คือ a และ b เลือดจะตกตะกอนหรือเห็นเป็นกลุ่มเมื่อ agglutinogen และ agglutinins ของอักษรตัวเดียวกันมารวมกัน ชนิดหรือพวกของเลือดเหล่านั้นมีหลายชนิด (ใช้เป็นอักษรย่อที่แสดงไว้ข้างบน) แล้วแต่ผู้ตั้ง เช่น Lansteiners ตั้งชื่อของเขาแล้วแต่ agglutinogen ของเม็ดเลือด

เลือดพวกหนึ่งหรือชนิดหนึ่งเรียกว่า group หนึ่ง ผู้ที่ให้เลือดที่มีเลือด group O เรียกว่า universal donor เพราะเลือด group นี้ไม่มี agglutinogen และมันไม่สามารถจะตกตะกอนโดย agglutinins ของ serum ได้ไม่ว่า serum นั้นๆ จะอยู่ใน group ไหนก็ตาม แต่ต้องใส่เลือด group O ไปในเลือดของผู้รับช้าๆ มันจะไปเจือจางกับเม็ดเลือดแดงของผู้รับ ส่วนผู้รับที่มีเลือด group AB เรียก universal recipeint เพราะเลือดไม่เป็นตะกอนกับเม็ดเลือดแดงของ groups อื่นๆ เลย

agglutinins	agglutinogen ในเซลล์	การแบ่ง group ของ Lansteiner	Jansky	Moss
ab	O	O	1	1V
b	A	A	11	11
a	B	B	111	111
O	AB	AB	1V	1

กรมศิลปากร

การที่เรียกเลือดออกเป็น group O, AB, A,B, นั้น แบ่งออกตาม agglutinogen ในเม็ดเพราะฉะนั้นจึงเอาชื่อนั้นมาให้ตั้งเกณฑ์ group 1 และ group 1V เหมือนกันทั้ง ๒ ระบบ

Rh factors แพทย์ชาวออสเตรเรีย ที่ชื่อ Lansteiners ค้นพบว่า agglutinogen ที่มีในเลือดของคนนั้นมีในลิงพวก Rhesus ที่ใช้ในการทดลอง โดยเหตุนี้จึงเรียกสารนั้นว่า Rh factors ๘๕ % ของคนเรามี Rh เรียกว่า Rh positive และ ๑๕ % ของคน เป็นพวกที่ไม่มี Rh ในเลือดเรียกว่า Rh negative

ในการเติมเลือดให้คนไข้ถ้าเอาเลือดของคนที่มี Rh positive ใส่ให้คนที่มีเลือด Rh negative คนที่รับเลือดจะเกิดมี anti Rh agglutinin ซึ่งทำให้เกิดเม็ดเลือดแตกหรือตายได้ (hemolytic reaction)

และเชื่อว่าคนที่เป็นโรค erythroblastosis fetalis (เกือบทั้งหมด ๙๐ %) เกิดจากการมี anti Rh agglutinins ในเลือดของแม่ (คือ ถ้ามารดาเป็น Rh negative และบิดาเป็น Rh positive เด็กมักจะเป็น Rh positive เพราะ agglutinogen จากลูกสามารถไปสู่กระแสร์เลือดของแม่ได้ ทำให้เป็นการสร้าง antiagglutinin ซึ่งทำลายเม็ดเลือดแดงของเด็กได้

สรุป

- เลือด
  - ลักษณะ
    - มีสีแดงสดในเส้นเลือดแดง (โดยมากเป็น arteries)
    - มีสีแดงคล้ำในเส้นเลือดดำ (โดยมากเป็น veins)
    - เป็นน้ำที่เหนียว มีความถ่วงจำเพาะระหว่าง ๑.๐๕๑—๑.๐๖๗
    - มีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อย ๗.๓๗—๗.๕
    - มีอุณหภูมิ ๓๗ องศาเซนติเกรด
    - มีกลิ่นของมันเฉพาะ มีรสเค็ม
    - มี ๑/๑๓ ของน้ำหนักของร่างกาย
  - ประกอบด้วย
    - เม็ดเลือด (๒/๕ ของ ของปริมาตรทั้งหมด)
      - Erythrocytes
      - Leucocytes
        - Lympocytes
        - monocytes
        - granulocytes
      - Blood platelets
    - (น้ำเหลืองของเลือด) ทำหน้าที่เป็นน้ำที่อยู่ระหว่างเม็ดเลือด มี ๓/๕ ของปริมาตรทั้งหมด
- เม็ดโลหิตแดง
  - ลักษณะ
    - รูปกลมเล็ก ๆ ด้านหน้าและหลังเว้าเข้า โตประมาณ ๗ ไมครอน
    - มีฮีโมโกลบิน
      - ซึ่งประกอบด้วยสีที่เรียกว่า hematin
      - และโปรตีนชื่อ globin
    - ไม่มีนิวเคลียส
    - ตัวอ่อนและงอไปมาได้ยืดได้
  - จำนวน
    - ในผู้ชาย เลือด ๑ ล.บ.มม. มี ๕ ล้านตัว
    - ในผู้หญิง ๑ ล.บ.มม. มี ๔ ล้าน ๕ แสน
    - จำนวนนี้แตกต่างกัน แล้วแต่สุขภาพของร่างกาย
    - ถ้ามีมากเกินปกติเรียก polycythemia

Anemia หมายถึงจำนวนของเม็ดเลือดแดงมีน้อย หรือเฮโมโกลบินมีน้อย

หน้าที่ของเม็ดเลือดแดง
- (๑) ช่วยนำออกซิเจน
- (๒) รักษาความเข้มข้นของเลือด และ Hemolysis หมายถึงการเสียเฮโมโกลบินจากเม็ดเลือดแดง

วงจรชีวิตของเม็ดเลือดแดง
- ก่อนคลอด–เกิดภายใน ตับ ม้าม และ red marrow
- หลังคลอด–เกิดจาก endothelial cells ที่บุภายในเส้นโลหิตฝอยของ red marrow ของกระดูก
- แล้วนิวเคลียสของมันหายไปก่อนจะถูกส่งเข้าในกระแสเลือด
- ภายหลังตัวมันถูกทำลายปนไปในกระแสเลือด และถูกทำลายโดยม้าม ต่อมน้ำเหลืองและตับ

เม็ดโลหิตขาว
- ลักษณะ
  - มีนิวเคลียสภายใน protoplasm
  - มีขนาดต่าง ๆ กัน บางทีเล็กกว่าเม็ดโลหิตแดง แต่ส่วนมากโตกว่า มีสีเทา
- จำนวน
  - ๑ ล.ม.มม. ของเลือด มี ๕๐๐๐–๙๐๐๐
  - ถ้ามากกว่านี้เรียก Leucoytosis
  - ถ้าน้อยกว่านี้เรียก Leucopenia
- ชนิด
  - Lymphocytes
    - ก. ขนาดเล็ก
    - ข. ใหญ่
  - Monocytes
    - ก. Large mononuclear
    - ข. Transitional
  - Graneulocytes
    - ก. Polymorphoneuclear
    - ข. Eosinophiles
    - ค. Basophiles

หน้าที่ (ต่างกันตามชะนิด แต่ทั่วไปคือ)

- (๑) ป้องกันร่างกายของพวกแบ็คทีเรียที่ทำให้เกิดโรค
- (๒) ซ่อมแซม
- (๓) ช่วยทำการดูดซึมจากลำไส้
- (๔) ช่วยในการที่เลือดแข็งตัว
- (๕) ช่วยในการประกอบเป็น blood proteins บางชะนิด

วงจรชีวิตของเม็ดโลหิตขาว แล้วแต่ชะนิดของมัน เช่นพวก lymphocytes เจริญมาจากพวก reticular tissue ของต่อมน้ำเหลืองในร่างกาย ส่วนพวก granulocytes เกิดขึ้นในเซลล์ในไขกระดูก จำนวนของเม็ดโลหิตแดงอาจจะน้อยลงในรายที่ (๑) ในรายที่มีการต่อสู้กับพวกแบ็คทีเรียแล้วมันตายลง (๒) ในรายที่มีการตกเลือด (๓) สร้างเป็น granulation tissues

การอักเสบ Inflammation

สาเหตุ
- (๑) ได้รับการระคายเคืองหรืออันตรายจากบาดแผล หรือการที่มีเชื้อโรคเข้าไป
- (๒) ทำให้เลือดมาคั่งมาก
- (๓) ทำให้เส้นเลือดขยายตัว
- (๔) ทำให้เม็ดโลหิตขาวมาสู่ที่นั้นมาก
- (๕) พวก plasma จะถูกขับมาขังไว้ตาม tissue บริเวณนั้น

อาการ
- แดง
- ร้อน
- บวม
- เจ็บ และปฏิบัติหน้าที่ไม่ได้

- ผลที่เกิด
  - ก. Resolution ถ้าเม็ดเลือดขาวถูกทำลายแบ็คทีเรียได้การหาย อักเสบจะหมดไป และตัวมันเองจะกลับเข้าไปในเลือด
  - ข. Suppuration ถ้าแบ็คทีเรียชนะเม็ดโลหิตขาว หนองจะเกิดโรค เกิดขึ้น
  - ค. หนองประกอบด้วย
    - แบ็คทีเรีย
      - ที่ตาย
      - ที่มีชีวิต
    - Phagocytes
    - พวกเซลล์ของ tissues ที่ถูกทำลาย น้ำเหลืองที่ถูกรับจากเส้นเลือด

Platelets หรือ thrombocytes มีลักษณะกลม ๆ เล็ก ๆ โดยมากเล็กกว่าเม็ดโลหิตขาวและแดง

ที่เกิดส่วนประกอบและหน้าที่ยังเป็นปัญหาอยู่ แต่หน้าที่ ๆ ทราบคือทำให้เลือดแข็งตัว

- Plasma (น้ำเหลืองของเลือด) มีต่อหน้าหลัง
  - น้ำ ๙๐%
  - Blood proteins มี
    - Fibrinogen
    - Serum globulin
    - Serum al-bumins
  - อาหาร
    - Ammino acid
    - น้ำตาล (glucose)
    - พวกไขมัน
  - เกลือ
    - คลอไรด, ซัลเฟต, ฟอสเฟต, คาร์บอเนต ของ
      - โซเดียม
      - แคลเซียม
      - แมคนีเซียม
      - โปแตสเซียม
      - เหล็ก

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ

Plasma (ต่อ)

- สารอินทรีย์
  - Urea
  - uric acid
  - creatine
  - creatinine
- พวกก๊าซ
  - oxygen
  - carbondioxide
  - nitrogen
- สารพิเศษ
  - Internal secretion — antithrombin, antiprothrombin
  - Enzymes — prothrombin
- Antibodies
  - Lysin ละลายพวก แบคทีเรีย
  - Opsonins เตรียมแบคทีเรียให้เม็ดโลหิตขาวกิน
  - Agglutinins ทำให้แบคทีเรียตกตะกอน
  - Antitoxins ทำให้พิษแบคทีเรียหายไป

หน้าที่ของเลือด คือ

(๑) ช่วยนำอ็อกซิเจนจากปอดไปให้แก่ tissus

(๒) นำอาหารไปให้แก่ tissues

(๓) นำ hormones และ internal secretion

(๔) นำของเสียไปยังอวัยวะที่ทำการขับถ่าย

(๕) ช่วยรักษาระดับ อุณหภูมิของร่างกายให้ปกติ

(๖) ช่วยรักษาระดับ กรด ด่าง ของ tissues

(๗) พวกเม็ดโลหิตขาวที่เป็นส่วนประกอบของมันช่วยต่อสู้เชื้อโรค

(๘) ช่วยรักษา pressure ของ internal fluids

(๙) การแข็งตัวของเลือด ช่วยป้องกันการเสียเลือด ภายหลังที่ได้รับอันตราย

serum เลือด = (fibrin + cells)

การแข็งตัวของเลือด ตามทฤษฎี ภายในเลือดมีสารอยู่ ๒ ชนิดที่ป้องกันไม่ให้มีการแข็งตัวขึ้นในเส้นเลือด คือ antithrombin และ antiprothrombin

ภายในเลือดมีสารที่ช่วยให้มันแข็งตัว ๓ ชนิด คือ fibrinogen แคลเซี่ยม และ prothrombin

วิธีการที่เลือดแข็งตัว — เลือด และ tissue ขับสารออกมาเรียก tissue extract Tissue extract นี้ทำให้ antithrombin และ antiprothrombin ทำหน้าที่ของมันได้

Prothrombin + calcium .... thrombin

Thrombin + fibrinogen .... fibrin ที่ละลายไม่ได้

Fibrin + เม็ดเลือด .... clot

ประโยชน์ของการที่เลือดแข็งตัว คือทำให้เลือดหยุด

การแข็งตัวของเลือด เร่งให้เร็วได้โดย
- ใช้ผ้าก๊อซปิดปากแผล
- ใช้พิษของงูบางชนิด
- ใช้ความร้อนสูง ๑๑๒ องศา ฟาเรนไฮต์
- การอยู่นิ่ง ๆ
- การเขย่า

การแข็งตัวของเลือด เกิดช้าลงเพราะ
- ขาดเกลือแคลเซี่ยมในเลือด
- เติมสารพวก oxalates และ citrate
- อุณหภูมิต่ำ
- มีจำนวน thrombocyte น้อยหรือไม่ปกติ
- มีแมกนีเซี่ยมซัลเฟต โซเดียมฟลูออไรด์มากในเลือด
- ขาดไวตามิน เค
- สารที่สกัดจากปลิง และพิษงูบางชนิด
- Fibrinogen ต่ำ
- เอา fibrin ในเลือดออก

การแข็งตัวของเลือด ภายในเส้นเลือด (มีต่อ) — ที่ไม่มีการแข็งตัวภายในเส้นเลือด เพราะในเลือดมี antithrombin และ antiprothrombin และขาดพวก tissue extract

หอสมุดแห่งชาติ

การแข็งตัวของเลือดภายในเส้นเลือด

- สาเหตุ
  - มีสิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการ เข้าไปในเส้นเลือด และถูกดูดซึมไปไม่ได้ จะกระตุ้นให้เลือดแข็งตัว
  - อันตรายที่เกิดขึ้น กับเยื่อบุภายในเลือด
- Thrombus หมายถึงก้อนเลือดที่แข็งอยู่ภายในเส้นเลือด
- Embolus เป็นก้อนเลือดที่เคลื่อนจากที่ ๆ มันเกิดขึ้น

การซ่อมแซมขึ้นใหม่ของเลือดภายหลังที่มีการตกเลือด

- Plasma จะมีจำนวนเท่าเดิมในเวลาอันสั้น
- เม็ดเลือด จะต้องเสียเวลาหลายวันหรือหลายสัปดาห์

การเพิ่มจำนวนของเลือดที่ใช้ในการรักษา

- Hypodermoclysis การฉีดน้ำยาเข้าใต้ผิวหนัง
- Intravenous infusion การฉีดเข้าในเส้นโลหิตดำ
- Transfusion การเอาเลือดจากบุคคลหนึ่ง เติมให้กับอีกคนหนึ่ง

การหาพวกของเลือด

- เลือดที่ยังไม่ทราบว่าอยู่ใน group ไหน เอาใส่ citrate แล้วทดลองกับ serum b และ serum a
- ผลได้ดังนี้
  - Group O ไม่มีการจับกลุ่ม
  - Group A มีการจับกลุ่มใน serum a
  - group B มีการจับกลุ่มใน serum b
  - group AB มีการจับกลุ่มทั้ง ๒ ข้าง
- Group O เป็น Universal donor
- Group AB เป็น Universal recipient

Rh factors ในคน

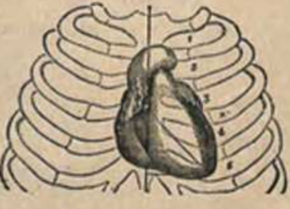
- ๘๕ %
- ๑๕ %

บทที่ ๑๒
ระบบเส้นเลือด โครงสร้างของหัวใจ เส้นเลือดแดงใหญ่ เส้นเลือดฝอย และเส้นเลือดดำ

การหมุนเวียนของเลือดภายในร่างกายนั้น ไปตามเส้นเลือดต่าง ๆ ได้โดยการทำงานของหัวใจ ซึ่งตั้งอยู่ตรงศูนย์กลางของเส้นเลือดทั้งหมด arteries คือเส้นเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ และแจกจ่ายไปทั่วร่างกายแล้ว veins ช่วยนำโลหิตเหล่านี้จากส่วนต่าง ๆ ของหัวใจกลับมาตามเดิม จาก arteries เลือดไหลออกไปตามเส้นเลือดเล็ก ๆ หรือในเลือดฝอย (capillaries) แล้วต่อไปยัง veins และทั้งหมดนี้เป็นหลอดเลือดที่มีทางติดต่อกันทั้งระบบ และทั้งหมดนี้เป็นหลอดเลือดที่มีทางติดต่อกันตลอดทั้งระบบ

หัวใจ

หัวใจเป็นอวัยวะที่ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ ตรงกลางกลวง ตั้งอยู่ในทรวงอก ระหว่างปอดทั้ง ๒ ข้าง และอยู่ข้างบนของกระบังลม มีขนาดประมาณกำมือของเจ้าของ รูปร่างคล้ายรูปกรวยที่มีปลายบ้าน ๆ ข้างบนหรือฐานมีเส้นโลหิตใหญ่ ๆ ด้านบนชี้ไปทางข้างหลัง และเอียงไปทางข้างขวานิดหน่อย ปลายล่างหรือ apex ชี้ลงทางด้านหน้าและไปทางด้านซ้าย ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับร่างกายมันอยู่ในท่าเฉียง เมื่อหัวใจเต้นบางส่วนของมันปะทะกับผนังหน้าอก รู้สึกได้ตรงบริเวณกระดูกซี่โครงซี่ที่ ๕ และซี่ที่ ๖ ต่ำกว่าหัวนมซ้ายนิดหน่อย และห่างจากเส้นผ่ากลางลำตัว ไปทางซ้ายประมาณ ๗ เซ็นติเมตร



(รูปที่ ๑๓๕)

(ที่ตั้งของหัวใจ ๑ ๒ ๓ ๔ และ ๕ เป็นช่องว่างที่อยู่ระหว่างกระดูกซี่โครง เส้นตรงที่ขีดตรงกลางแทนเส้นกลางของลำตัว × หมายถึงที่อยู่ของหัวนม บนกระดูกซี่โครงอันที่ ๔)

เยื่อหุ้มหัวใจ หรือ Pericardium เป็นเยื่อที่คลุมหัวใจไว้ เยื่อนี้มี ๒ ด้านคือ (๑) ด้านนอกเป็น fibrous (๒) ด้านในเป็น serous

(๑) ด้านนอกของเยื่อหุ้มหัวใจประกอบด้วย Fibrous tissues ช่วยยึดหัวใจด้านบนติดกับเส้นเลือดใหญ่ ๆ ที่ทอดเข้าและออกจากหัวใจ มันหุ้มเส้นเลือดเหล่านี้ขึ้นไปประมาณ ๑½ นิ้ว แล้วทบกลับลงมา ส่วนด้านล่างติดกับกระบังลม และด้านหน้ายึดติดกับกระดูกหน้าอก

(๒) ด้านในเป็น serous ของเยื่อหุ้มหัวใจ ซึ่งประกอบขึ้นเป็นถุงหุ้มหัวใจและอยู่ข้างในของชั้น fibrous ระหว่างชั้นทั้ง ๒ นี้มีช่องว่างอยู่ และภายในมีน้ำที่เรียกว่า pericardial fluids ซึ่งป้องกันไม่ให้เยื่อทั้ง ๒ เสียดสีกันเมื่อหัวใจเต้น

เยื่อบุภายในช่องหัวใจหรือ endocardium เป็น serous membranes เหมือนกัน นอกจากมันบุภายในช่องหัวใจ แล้วมันช่วยคลุมไปถึงลิ้นของหัวใจ และติดต่อกับเยื่อที่บุภายในหลอดเลือดใหญ่ ๆ อีกด้วย การอักเสบของเยื่อนี้เรียกว่า endocarditis

กล้ามเนื้อของหัวใจ หรือ myocardium เป็นพวก cardiac muscles กล้ามเนื้อนี้รวมมัดของกล้ามเนื้อที่ประกอบกันขึ้นเป็น (๑) กล้ามเนื้อของหัวใจช่องบน (atria) (๒) กล้ามเนื้อของหัวใจช่องล่าง (๓) กล้ามเนื้อที่ติดต่อระหว่างช่องบน และช่องล่าง (bundle of His) การอักเสบของกล้ามเนื้อของหัวใจเรียกว่า myocarditis

(รูปที่ ๑๔๐)

(แสดงที่อยู่ของหัวใจ และเยื่อหุ้มหัวใจ รูป ก. หัวใจ และเยื่อหุ้มที่แยก ข. ท่าที่มันหุ้ม)

(๑) กล้ามเนื้อของหัวใจช่องบน ตั้งต้นจากบริเวณช่องเปิดของ superior vena cava แล้วแผ่ fiber ออกไปเป็นรัศมีทั้ง ๒ ห้อง

(๒) กล้ามเนื้อของหัวใจช่องล่างตั้งต้นจากวงแหวนที่เป็น fibrous [ที่อยู่ระหว่าง

หัวใจห้องบนและล่าง (atrioventricular fibrous ring)

แล้วแผ่ fibers ออกไปเป็นรูปตัว บ ซึ่งปลายตัว บ เป็นยอดปลายล่างของหัวใจ

(๒) กล้ามเนื้อของหัวใจห้องบนไม่ติดต่อกับห้องล่าง แต่ผนังมี fibrous tissues ติดต่อกัน และ bundle of His ที่ช่วยติดต่อกล้ามเนื้อเหล่านั้นตั้งต้นใน A.V. node (เป็นก้อนขาว ๆ แบบของ Purkinji fibers ที่พบที่ฐานของเยื่อกั้นระหว่างห้องบนทั้ง ๒ ของหัวใจ ซึ่งเป็นที่ตั้งต้น Bundle of His) และอยู่ใกล้กับช่องเปิดของ coronary sinus ในช่องบนขวาของหัวใจ จาก node นั้นมัดของกล้ามเนื้อของ atrioventricular ทอดไปข้างหน้าไปยังเยื่อที่กั้นระหว่าง ventricles ทั้ง ๒ แล้วแยกออกไปเป็นแขนงขวา และซ้าย แขนงหนึ่ง ๆ สำหรับ ventricle ห้องหนึ่ง ๆ (ความสำคัญของมันจะกล่าวในบทที่ ๑๕

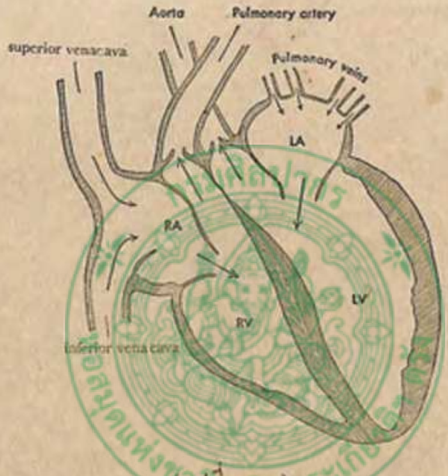
(รูปที่ ๑๔๑)

(รูปหัวใจทางด้านหน้า แสดงกล้ามเนื้อต้น ๆ ของ myocardium)

ช่องของหัวใจ หัวใจแบ่งออกเป็นซีกซ้ายและขวา โดยมีผนังกั้นจากฐานถึงยอดของมัน ผนังที่กั้นห้องข้างบนบางและภายหลังที่คลอดแล้วทั้ง ๒ ซีกนี้ไม่มีทางติดต่อกัน ซีกขวาบรรจุเลือดดำ ซีกซ้ายบรรจุเลือดแดง แต่ละซีกแบ่งออกเป็นห้องบนและล่าง ห้องบนเรียกว่า atrium (auricle) ห้องล่างเรียก ventricles

ผนังของห้องบนบางกว่าห้องล่าง และผนังของห้องล่างขวาบางกว่าห้องล่างซ้าย (เป็น ๑ ต่อ ๓) ดูรูปที่ ๑๔๕ ที่แสดงความแตกต่างกัน ว่าห้องล่างต้องทำงานหนักกว่าห้องข้างบน

จากผนังด้านในของช่องหัวใจ มีกล้ามเนื้อมัดเล็กที่ยื่นออกมา กล้ามเนื้อเหล่านี้มี

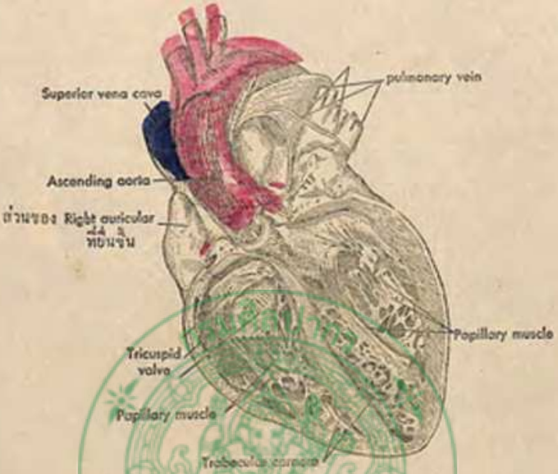


(รูปที่ ๑๔๒)

(รูปหัวใจทางด้านหน้า แสดงห้องทั้ง ๔ ของหัวใจ และลิ้นของหัวใจ ลูกศรชี้ทางเดินของกระแสเลือด)

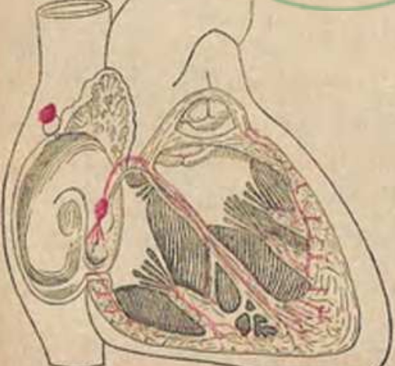
อยู่ ๓ ชนิดคือ (๑) Trabeculae corneae มีปลายทางด้านหนึ่งติดอยู่ตามผนังตามยาวของผนังด้านในของช่องหัวใจ เห็นเป็นสันขึ้นมา (๒) Moderator band ติดอยู่ปลายทั้ง ๒ ข้างของหัวใจ แต่ตรงกลางเป็นเส้นโยงถึงกัน (เห็นชัดในหัวใจของแกะ) (๓) Papillary muscles ช่วยติดต่อระหว่างผนังของ ventricles ทั้ง ๒

ช่องเปิดของหัวใจ ช่องเปิดของหัวใจ รวมทั้งช่องภายในหัวใจ ที่ติดต่อระหว่างห้องบน และห้องล่าง และช่องเปิดของหัวใจติดต่อกับเส้นโลหิตใหญ่ ๆ ๗ ช่อง



(รูปที่ ๑๙๓)
(รูปหัวใจทางด้านหน้า)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง



← (รูปที่ ๑๙๔)

(แสดง Atrioventricular bundle of His จะเห็น A–V node ใกล้กับช่องเปิดของ coronary sinus ที่ช่องบนขวา จากส่วนบของผนังกั้นหัวใจห้องล่าง bundles (สีแดง) จะแยกออกเป็น ๒ แขนงลงข้างล่าง แล้วแยกออกไปเป็นแขนงเล็ก ๆ ไปตามกล้ามเนื้อที่เป็นผนังของ ventricles)

หัวใจห้องบนขวา มีช่องเปิดสำหรับ superior และ inferior venacava และ coronary sinus ส่วนช่องเปิดของห้องล่างสำหรับ palmonary arteyr

หัวใจห้องบนซ้าย มีช่องเปิดสำหรับ palmonary veins ๔ ห้อง และห้องล่างมีช่องเปิดของ aorta นอกจากนี้ยังมีช่องเปิดเล็ก ๆ สำหรับที่จะรับเลือดจากหัวใจโดยตรงอีกบ้าง และก่อนคลอดจะมีช่องเปิดระหว่างหัวใจห้องบนขวาและซ้าย ที่เรียก Foramen ovale (ซึ่งธรรมดามันจะปิดภายหลังคลอด)

(รูปที่ ๑๔๕)

(รูปหัวใจตัดตามขวางตรง ventricles ทั้ง ๒ ให้เห็นช่องล่างทั้ง ๒ ของหัวใจ ว่าผนังของมันหนาต่างกันอย่างไร)

ลิ้นของหัวใจระหว่างหัวใจห้องบนและห้องล่าง มีช่องเปิดติดต่อถึงกันเรียกว่า Atrioventricular orifice ที่ช่องเปิดนี้เป็นวงแหวนของพวก fibrous และมีลิ้นปิดเปิด นอกจากนี้ยังมีลิ้นสำหรับปิดเปิดภายในหลอดเลือดใหญ่ที่ติดต่อกับหัวใจ และลิ้นภายใน aorta และ pulmonary artery ลิ้นเหล่านี้มีชื่อต่าง ๆ กัน

Tricuspid valve เป็นลิ้นที่มีรูปสามเหลี่ยมสามอันมาชนกัน หรือมีรูเปิดกลางเป็น ๓ แฉก ปิดอยู่ระหว่างหัวใจห้องบนขวา และห้องล่างขวา ลิ้นนี้เป็น fibrous tissues และมี endocardium คลุมที่ฐานของสามเหลี่ยมแต่ละอัน มาติดต่อกันเป็นวงกลม ติดอยู่ที่ริมช่องเปิดของ atrium ปลายมันห้อยไปทาง ventricles

Bicuspid หรือ mitral valve เป็นลิ้นที่มีรูเปิดกลางเป็นเส้นตรงกั้น ระหว่าง

หัวใจห้องบนซ้าย และห้องล่างซ้าย สภาพที่มันเกาะกับช่องเปิดเหมือนกับ tricuspid ซึ่งโครงสร้างของมันก็เหมือนกันด้วย แต่หนากว่า และแข็งแรงกว่า

หน้าที่ลิ้นทั้ง ๒ นี้ เป็นทางผ่านของเลือดซึ่งไหลจาก atrium ไป ventricle เพราะปลายของลิ้นที่กั้นนั้นชี้ลงข้างล่าง สะดวกแก่การที่เลือดจะผ่านลง แต่เมื่อเลือดลงไปแล้ว ลิ้นทั้ง ๒ จะปิดกันไม่ให้เลือดไหลกลับขึ้นไปอีก เมื่อหัวใจห้องล่างบีบตัว ซึ่งจะปล่อยให้เลือดไปสู่ aorta และ pulmonary artery ได้ทางเดียว

Semilunar valves เป็นลิ้นที่ปิดอยู่ระหว่าง ventricle ข้างขวาและ pulmonary artery ซึ่งบางทีก็เรียก pulmonary valve และลิ้นที่อยู่ระหว่างห้องล่างซ้ายกับ aorta เรียก aortic valve ซึ่งลิ้นทั้ง ๒ นี้เรียกว่า semilunar valves ซึ่งมีรูปร่างคล้ายถุงที่ทำด้วยรูปครึ่งวงกลม ๓ อัน

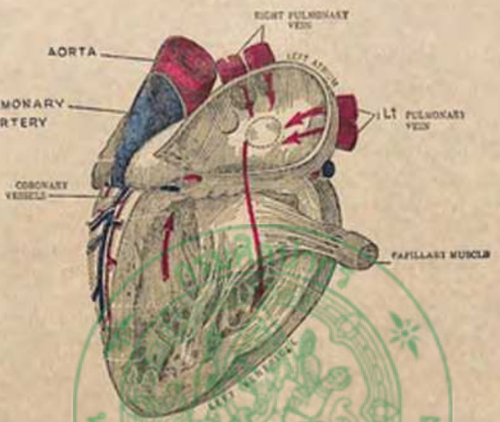
หน้าที่ของ semilunar valves กันไม่ให้เลือดไหลจาก arteries กลับคืนสู่หัวใจ (คือให้เลือดผ่านออกได้ทางเดียว) โดยเหตุนี้ เมื่อลิ้นของมัน (ซึ่งมีลักษณะคล้ายถุง ปลายชี้ออกไปทาง arteries) ถูกเลือดไปดันจะเปิดออก เลือดจะพุ่งไปในเส้นเลือดได้ทางเดียว

(รูปที่ ๑๔๖)

(ภาพที่มองจากด้านบน โดยตัดเอาห้องบนของหัวใจออก แสดงลิ้นของหัวใจ และของเส้นเลือดใหญ่)

กรมศิลปากร

ช่องเปิดของ vena cava ทั้ง ๒ ที่เปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา และช่องเปิดของ pulmonary veins ทั้ง ๔ ที่เปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย ไม่มีลิ้นปิดเปิด

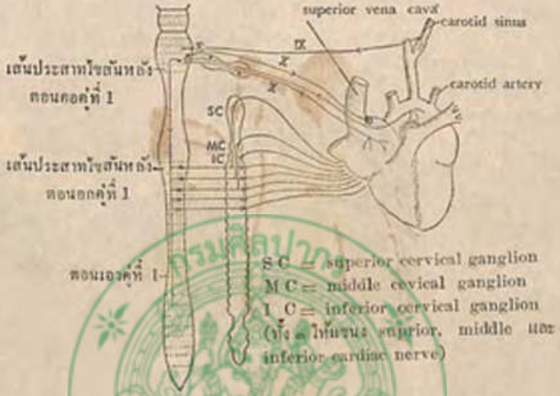


(รูปที่ ๑๔๗)

(รูปหัวใจที่ตัดผนังด้านหลังออก ให้เห็นหัวใจด้านซ้าย และกล้ามเนื้อเล็ก ๆ ที่ยื่นออกมาจากผนังด้านในของหัวใจห้องล่างซ้าย)

เส้นเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจมี ๒ แขนงคือ coronary artery ขวาและซ้าย ซึ่งเป็นแขนงที่ออกมาจาก aorta ตรงข้างบนของ aortic valves มันทอดแขนงไปรอบ ๆ หัวใจ เพื่อให้อาหารแก่ผนังของหัวใจ เพราะถึงแม้ว่าช่องหัวใจจะเป็นที่บรรจุเลือดอยู่ตลอดเวลา แต่เลือดนั้นก็สามารถให้อาหารแก่ endocardium หรือเยื่อหุ้มภายในช่องหัวใจเท่านั้น ส่วนผนังและกล้ามเนื้อของหัวใจได้อาหารจาก coronary artery ภายหลังที่ไปเลี้ยงแล้ว เลือดเหล่านั้นกลับคืนสู่หัวใจโดยมีหลอดโลหิตดำ ๒ พวกคือ (๑) coronary sinus เป็นหลอดเลือดดำที่ค่อนข้างโต (ยาวประมาณ ๒.๒๕ เซ็นติเมตร) ซึ่งเทเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา (๒) เส้นโลหิตดำเล็ก ๆ ๑–๔ เส้นที่ให้เลือดดำไหลเข้าสู่ห้องบนขวาของหัวใจโดยตรง (มี

นายแพทย์ชาวเยอรมันคนหนึ่งอ้างว่ามี veins อีก ๒—๓ เส้นที่ส่งเลือดดำเข้า atrium และ ventricles โดยตรงก็มีอีกบ้าง)



(รูปที่ ๑๘๘)

(*เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงหัวใจ* IX *เป็น* glossopharylngeal nerve, X. *เป็น* vagus nerve)

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงหัวใจแบ่งออกเป็นพวก motor fibers ซึ่งมี ๒ พวกคือ พวกหนึ่งมาจาก vagus nerve ซึ่งเป็นเส้นประสาทของ parasympathetic system กระแสประสาทที่ไปสู่หัวใจตามเส้นนี้ บังคับให้หัวใจเต้นช้าลง หรือหยุดการเต้นของหัวใจได้ เพราะฉะนั้นเราจึงเรียกเส้นประสาทนี้ว่า inhibitory fibers อีกพวกหนึ่งจากไขสันหลังไปสู่หัวใจ คือแขนงของ superior, middle, และ inferior cardiac nerves และเส้นประสาทของไขสันหลังตอนอก ๕ คู่แรกของ sympathetic system ที่ไปสู่หัวใจพวกนี้ทำให้หัวใจเต้นเร็ว และแรงขึ้น เพราะฉะนั้นบางทีเรียก accelerator fibers ซึ่งประสาททั้ง ๒ พวกนี้ตั้งต้นจาก medulla oblongata ซึ่งมีศูนย์กลางของการเต้นของหัวใจ

และหัวใจมีเส้นประสาทที่รับความรู้สึกภายนอก (afferent nerve) ๒ พวกคือ ที่ส่งจากหัวใจไปยังศูนย์กลางใน medulla oblongata พวกหนึ่งจาก aortic arch เรียกว่า depressor fibers อีกพวกหนึ่งจากหัวใจซีกขวาเรียก pressor fibers ทั้ง ๒ นี้เข้าสู่ศูนย์กลางการเต้นของหัวใจในสมอง กระแสประสาทที่ไปตาม depressor ไปทำกริยากับ inhibitory fibers ทำให้หัวใจเต้นช้าลง ซึ่งเรียกกริยานั้นว่า Marey's reflex กระแสประสาทที่ไปตาม pressor fibers ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น บางทีเรียกว่า Bain bridge's reflex

Arteries

Arteries คือหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจไปสู่เส้นโลหิตฝอย หรือ tissues ต่าง ๆ ของร่างกาย ผนังของมันประกอบไปด้วยเยื่อหุ้ม ๓ ชั้น คือ (๑) ชั้นในสุดเรียก tunica intima ในชั้นนี้มีชั้นบาง ๆ ของเซลล์อยู่ ๓ ชนิดคือ ชั้นของ endothelial cells และชั้นของ connective tissue ที่บาง ๆ ซึ่งพบในเส้นเลือดที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น และชั้นของ elastic tissue ชั้นนี้อาจจะเป็นเยื่อบาง ๆ หรือเป็นตาข่ายของ elastic fibers ซึ่งถ้ามองดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นรูเล็ก ๆ (๒) ชั้นกลางเรียก tunica media เป็นชั้นกล้ามเนื้อ และ elastic tissue กล้ามเนื้อนี้เป็นกล้ามเนื้อที่ไม่มีลาย มัดเล็ก ๆ เรียงกันอยู่เป็นชั้นบาง ๆ เป็นวงกลมตามขวางของหลอดโลหิตในเส้นโลหิตใหญ่ พวก elastic tissue นั้นได้มาจากพวก elastic fiber ที่เรียงกันเป็นชั้น ๆ สลับกับชั้นของเซลล์ของกล้ามเนื้อ และในเส้นโลหิตที่ใหญ่ที่สุดนั้น ในชั้นนี้จะพบ conneciive tissue สีขาวด้วย (๓) ชั้นนอกสุดเรียก tunica externa หรือ adventitia เป็นชั้นของ areolar connective tissues ซึ่งแทรกอยู่กับเซลล์หรือมัดเล็ก ๆ ของกล้ามเนื้อที่ไม่มีลาย ที่เรียงกันไปตามยาวของหลอดโลหิต แต่ในเส้นโลหิตฝอยชั้นนี้มี elastic tissues ด้วย

โดยอาศัยโครงสร้างของผนังชั้นกลาง arteries สามารถขยายตัวและยืดหยุ่นได้ ซึ่งหน้าที่อันแท้จริงของ arteries ก็ต้องอาศัยสมรรถภาพทั้ง ๒ นี้

กรมศิลปากร

การที่ arteries จำเป็นจะต้องขยายตัวได้มากนั้น ก็เพื่อจะมีที่พอที่จะรับเลือดที่ถูกขับออกมาจากหัวใจครั้งหนึ่ง ๆ เมื่อหัวใจบีบตัว การที่จะยืดหยุ่นได้ก็เพื่อจะให้มีแรงบีบเลือดที่อยู่ในเส้นเลือดให้ไหลออกไป เพื่อไปเลี้ยงร่างกายให้ทั่วถึง แล้วผนังของมันก็จะกลับสภาพเดิม เพื่อคอยรับเลือดจากหัวใจใหม่ วนเวียนกันไปเรื่อย ๆ

ความแข็งแรงของ arteries นั้น แล้วแต่ผนังที่เป็นชั้นนอกสุดของมัน เพราะมันอยู่ชั้นนอกสุดย่อมได้รับอันตรายในการฉีกขาดได้ง่ายกว่าชั้นอื่น ๆ และชั้นนี้ช่วยในการขยายตัวของเส้นเลือดมาก

ตามธรรมดา arteries จะไม่ตีบหรือหดตัว (collapse) ถึงแม้มันจะไม่มีเลือดขังอยู่ภายใน แต่ถ้า arteries ได้รับอันตรายรูของมันจะยังคงเปิดอยู่ นี่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการตกเลือด

Arteries เส้นหนึ่งมักจะมีเส้นประสาทเส้นหนึ่ง หรือ เส้นโลหิตดำหนึ่งหรือสองเส้นทอดขนานไปด้วยเสมอ และทั้งหมดนี้จะมีแผ่นของ connective tissue หุ้มไว้ เพื่อช่วยพยุงและยึดเส้นเลือดและเส้นประสาทเหล่านี้ให้อยู่ในที่ของมัน

ขนาดของ arteries เส้นใหญ่ที่สุดในร่างกายที่ติดต่อกับหัวใจ คือ aorta และ pulmonary artery ซึ่งมีขนาดโตกว่า ๓ เซนติเมตร (๑ ๑/๔ นิ้ว) arteries เหล่านี้ให้แขนงทั้งใหญ่และเล็กเป็นจำนวนมาก arteries ที่เล็กลงไปเรียก arterioles ปลายสุดของ arterioles เป็น capillaries หรือเส้นโลหิตฝอย ซึ่งมีแต่เยื่อที่เป็นผนังชั้นในสุด (ของเส้นโลหิตใหญ่) เท่านั้น ใน arteries นั้น ผนังของมันมีกล้ามเนื้อพวก smooth muscles มากเมื่อเปรียบเทียบกับ elastic tissue

เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยง arteries สำหรับโลหิตที่ไหลผ่านรูภายใน arteries อยู่ตลอดเวลานั้น จะให้อาหารแก่เยื่อชั้นในของ arteries เท่านั้น ส่วนเยื่อที่หุ้มภายนอกนั้นมีทั้งเส้นโลหิตดำ แดง และเส้นโลหิตฝอยไปเลี้ยงเส้นโลหิตเหล่านี้เรียกว่า Vasa vasorum

Capillaries หรือเส้นโลหิตฝอย เป็นเส้นโลหิตเล็กมาก กว้างประมาณ ๗ ไมครอน (๐.๐๐๗ มม.) ซึ่งติดต่อระหว่าง arterioles (เส้นโลหิตแดงเล็ก) กับ venules (เส้นโลหิตดำเล็ก)

โครงสร้าง ผนังของเส้นโลหิตฝอยเป็นชั้นบาง ๆ ของ endothelial cell เพียงชั้นเดียว ซึ่งชั้นนี้ต่อมาจาก เยื่อบุชั้นในสุดของเส้นโลหิตแดงและดำใหญ่ และหัวใจ

การกระจายของเส้นโลหิตฝอย เส้นโลหิตฝอยเส้นหนึ่ง ๆ ติดต่อซึ่งกันและกัน เป็นตาข่ายเล็ก ๆ ต่างกันในรูปร่างและขนาด ซึ่งแล้วแต่อวัยวะหรือเนื้อที่ ๆ มันไปเลี้ยงมันไปเลี้ยง tissues ทุกชนิดนอกจากกระดูกอ่อน ผม เล็บ ผิวนอกสุดของผิวหนังและแก้วตา ความกว้างของเม็ดโลหิตราวเล็กมาก ซึ่งความกว้างของเม็ดโลหิตแดงสามารถจะเรียงกันผ่านไปทีละตัวเท่านั้น และก็เคยมีบ่อย ๆ ที่ตัวเซลล์โตกว่าความกว้างของเส้นโลหิตฝอย เพราะฉะนั้นตัวมันจึงถูกบีบเบียดเมื่อมันพยายามผ่านไป เส้นโลหิตฝอยส่วนมากอยู่ชิด ๆ กัน เส้นอื่นซึ่งปลายเข็มก็ไม่สามารถจะผ่านไปตามช่องว่างระหว่างมันได้ มันจะมีมากในอวัยวะที่ต้องทำการขับน้ำที่มีประโยชน์บางชนิดของร่างกาย (secretion) หรือช่วยในการดูดซึม จุดประสงค์ก็เพื่อช่วยทำประโยชน์ให้ร่างกาย ในทางนี้มากกว่าที่จะให้อาหาร เฉพาะแห่งอย่างเดียว

หน้าที่ของเส้นโลหิตฝอย ในอวัยวะที่เป็นต่อมต่าง ๆ โลหิตในเส้นโลหิตฝอย ให้สารที่ไปประกอบขึ้นเป็นน้ำที่ขับออกมาจากต่อมนั้น ๆ และในต่อมไม่มีท่อ มันช่วยพาสารที่ต่อมนั้นขับออกเข้าไปในกระแสโลหิตอีกทีหนึ่ง และในท่อทางเดินอาหาร จะช่วยนำอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่กระแสโลหิต ในปอดก็ช่วยดูดออกซิเจน และถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ ในไตช่วยขับของเสียที่ทุกส่วนของร่างกายถ่ายออกมาจากการทำงานของมันตลอดเวลา โดยให้สิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นผ่านเข้าและออกจากผนังของมัน เพื่อดำรงชีวิตอยู่

Veins

Veins หมายถึงเส้นโลหิตที่นำโลหิตเข้าสู่หัวใจ โครงสร้างของ Veins เหมือนกับ arteries ซึ่งผนังของมันประกอบไปด้วยเยื่อหุ้ม ๓ ชั้น (๑) ชั้นในสุดบุด้วย endothelial cells (๒) ชั้นกลางเป็นกล้ามเนื้อ (๓) ชั้นนอกสุดเป็น areolar connective tissues แต่ที่แตกต่างกันระหว่างเส้นโลหิตดำและแดง คือ (๑) ชั้นกลางของเส้นโลหิตดำไม่หนา และไม่มีการยืดและหดได้เหมือนของเส้นโลหิตแดง (๒) เส้นโลหิตดำจำนวนมากมีลิ้นภายใน (๓) ผนังของเส้นโลหิตดำบางกว่าผนังของเส้นโลหิตแดง

Valves ลิ้นที่อยู่ภายในเส้นโลหิตดำ มีลักษณะเป็นแผ่นของเยื่อชั้นในสุดของเส้นโลหิตดำที่มีรูปครึ่งวงกลม ๒ ชิ้น มีน้อยมากที่จะมี ๑ หรือ ๓ ชิ้น ริมของเยื่อที่ยื่นออกมาเป็นลิ้นนั้น เกาะติดกับด้านข้าง ๆ ของหลอดโลหิตดำ และริมกลางที่จะเป็นที่ผ่านของเลือดชี้ไปทางด้านหัวใจ หน้าที่ของมันก็คือป้องกันการไหลกลับของเลือด และให้เลือดเดินไปสู่หัวใจได้ทางเดียว

ถ้ามีเหตุใด ๆ ก็ตาม ที่ทำให้ เลือด ในเส้น เลือดดำ ที่จะไหลไปสู่ หัวใจไหล กลับคืน เลือดที่ไหลกลับนี้จะดันลิ้นที่อยู่ภายในเส้นเลือดให้มาปิดอยู่ตอนกลาง ทำให้เลือดกลับไปสู่อวัยวะเดิมไม่ได้ ลิ้นนี้จะมีมากในเส้นโลหิตดำของแขนและขา เพราะบริเวณเหล่านี้อาจจะมีการไหลกลับของเลือดได้ง่าย แต่ในเส้นโลหิตดำของขาจะมีมากกว่าของแขน แต่ในเส้นโลหิตดำบางเส้นก็ไม่มีลิ้น เช่น ในเส้นโลหิตดำที่เป็นเส้นเล็ก และเส้นโลหิตดำที่อยู่ในลำตัวเป็นต้น และเส้นโลหิตดำนี้ต้องอาศัยเส้นเลือดมาเลี้ยงต่างหาก เหมือนกับเส้นโลหิตแดง

(รูปที่ ๑๙๘)

(รูป artery กับ vein เส้นเล็ก ๆ ที่ตัดตามขวาง ให้เห็นความแตกต่างของผนังทั้ง ๒ ว่าหนาบางต่างกันอย่างไร)

ต้องจำไว้ว่า เส้นโลหิตแดง เส้นโลหิตฝอย และเส้นโลหิตดำ นั้นต่างก็มีโครงสร้างที่ไม่เหมือนกัน แต่ก็เป็นการยากที่จะแบ่งเส้นลงไปว่าตอนไหนเป็น arterioles หรือเส้น

โลหิตแดงเล็ก กับเส้นโลหิตฝอยใหญ่และ venules ว่าแบ่งกันตรงไหนแน่

เส้นประสาทที่บังคับเส้นโลหิตต่าง ๆ (vasomotor nerves) เส้นประสาทเหล่านี้มาจาก sympathetic system ของ autonomic nervous system มันไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่เป็นผนังของเส้นโลหิตทั้งหลาย ซึ่งเรียกว่า vasomotor ซึ่งมี ๒ ชนิดคือ (๑) vasoconstrictor และ (๒) vasodilator ซึ่งติดต่อกับศูนย์กลางที่ทำให้เส้นเลือดหดตัว ศูนย์กลางนี้อยู่ใน medulla oblongata ซึ่งคอยส่งกระแสประสาทไปให้แก่เส้นเลือด นั่นคือทำให้มันอยู่ในภาวะที่มี tone อยู่เสมอ ศูนย์กลางประสาทที่ว่านี้เป็นศูนย์กลางของกริยาสะท้อน และติดต่อกับประสาทที่รับความรู้สึกจากอวัยวะทุก ๆ ส่วนของร่างกาย พวก arteries นั้นมี vasodilator fibers ไปเลี้ยง ซึ่งถ้าเส้นประสาทนี้ถูกกระตุ้น จะไปห้ามการทำงานของ vasoconstrictor และทำให้เส้นโลหิตขยาย การหดตัว และการขยายตัวของ arteries ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเฉพาะแห่ง หรือเฉพาะอวัยวะใดหนึ่งเท่านั้น แต่ยังทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะการเต้นของหัวใจด้วย

สรุป

ระบบเส้นเลือดประกอบด้วย
- หัวใจ
- Arteries —เส้นโลหิตแดงเล็ก (arterioles)
- เส้นโลหิตแดงฝอย
- Veins —เส้นเล็กเรียก venules

หัวใจ
- ที่อยู่
  - ระหว่างปอด ๒ ข้าง
  - ข้างบนกระบังลม
- โครงสร้าง
  - ข้างนอกหุ้มด้วย Pericardium
    - fibrous — ชั้นใน visceral
    - serous — ชั้นนอก parietal
  - ชั้นกลางเป็นกล้ามเนื้อ myocardium
  - ชั้นในสุดบุด้วยเยื่อบุชั้นใน endocardium — มีกล้ามเนื้อเล็กยื่นออกมาจากผนังชั้นในอีก

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

- หัวใจ
  - ช่องหัวใจ
    - ซีกขวา
      - ห้องบนขวา R.A.
        - เป็นที่รับเลือด
        - ผนังบาง
      - ห้องล่างขวา R.V.
        - ถ่ายเลือดเข้าใน pulmonary artery
        - ผนังบาง
    - ซีกซ้าย
      - ห้องล่างซ้าย L A.
        - เป็นที่รับเลือด
        - ผนังหนา
      - ห้องบนซ้าย L.V.
        - ถ่ายเลือดเข้าใน aorta
        - ผนังหนามาก
  - ช่องเปิดของหัวใจ
    - ห้องบนขวา
      - — เปิดสำหรับ superior vena cava ซึ่งรับเลือดดำจากส่วนบนของร่างกาย
      - — inferior vena cava รับเลือดดำจากส่วนล่างของร่างกาย
      - — coronary sinus รับเลือดดำจากกล้ามเนื้อของหัวใจ
    - ช่องเปิดระหว่างห้องบน และล่างเรียก atrio-ventricular orifice
    - ห้องล่างขวา
      - — เปิดสำหรับ pulmonary artery ที่นำเลือดจากหัวใจไปปอด
    - ห้องบนซ้าย
      - — มีเปิด ๔ ช่อง
      - ๒ ช่องสำหรับ Rt. pulmonary veins
      - ๒ ช่องสำหรับ Lt pulmonary veins
    - ช่องเปิดระหว่างห้องบนซ้าย และห้องล่างซ้าย เรียก atrioventricular orifice
    - ห้องล่างซ้าย
      - — เปิดสำหรับ aorta เพื่อแจกจ่ายเลือดดีให้แก่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
  - ลิ้นของหัวใจ (มีต่อหน้าหลัง)
    - หัวใจซีกขวาตรงทางเปิดระหว่างห้องบน และล่างมีลิ้นเรียก Tricuspid valve (ยึดติดทางห้องล่างขวา)
    - หัวใจซีกซ้ายตรงทางเปิดระหว่างห้องบนและล่างนั้นมีลิ้นเรียก Bicuspid หรือ mitral valve (ยึดติดหัวใจห้องล่างซ้าย)
    - หน้าที่ — ช่วยป้องกันไม่ให้เลือดจากห้องล่างไหลขึ้นห้องบน

- หัวใจ
  - (ลิ้นหัวใจค่อย) Semilunar valve
    - — aortic valve เป็นลิ้นมีระหว่าง aorta และห้องล่างซ้าย
    - — pulmonary valve เป็นลิ้นที่อยู่ระหว่าง pulmonary artery และห้องล่างขวา
    - หน้าที่ — ป้องกันเลือดไหลจาก artery เข้าใน vein
  - เลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจ
    - พวก artery มี
      - Rt. coronary
      - Lt. coronary
      - } เป็นแขนงจาก aorta
    - พวก veins มี
      - (๑) cardiac vein เทเข้าสู่ coronary sinus
      - (๒) veins เล็ก ๒–๓ เส้นเทเข้าสู่ห้องบนขวา
  - ประสาทที่ไปเลี้ยงหัวใจ
    - Parasympathetic system—จาก vagi nerve เป็น inhibitory ทำให้หัวใจเต้นช้าลง
    - Sympathetic system—accelerator fibers ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น
    - Afferent fibers
      - Depressor-reflex inhibitory ที่มาจาก aortic arch และหัวใจซีกซ้าย
      - Pressor-reflex accelerator เป็น afferent fibers ใน vagi nerves ที่มาจากหัวใจซีกขวา

- Arteries (โดยมากเป็นเส้นเลือดแดง)
  - เป็นท่อที่มีรูกลวงภายใน—นำเลือดออกจากหัวใจ และแตกแขนงออกไปจนถึง capillaries หรือเส้นโลหิตฝอย
  - ผนัง
    - (๑) ชั้นในสุดมี
      - ชั้นของ endothelial cells
      - ชั้นของ connective tissue
      - ชั้นของ elastic tissue ซึ่งเป็นเยื่อบางโปร่ง
    - (๒) ชั้นกลาง
      - เป็นกล้ามเนื้อ และ elastic tissue และมีมัดของ white connective tissues
    - (๓) ชั้นนอกสุด
      - เป็น areolar connective tissue และมีเซลล์ของกล้ามเนื้อแทรกกระจายอยู่ด้วย

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ขนาดของ arteries — aorta โตกว่า ๑ นิ้ว artery ซึ่งเป็นแขนงแยกเล็กลงไป และ arterioles เป็นแขนงเล็กที่ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

Capillaries
- เป็นหลอดโลหิตเล็กมาก กว้างประมาณ ๗ ไมครอน ติดต่อระหว่าง arterioles กับ venules
- ประกอบด้วย endothelial cells ชั้นเดียว
- ประสานกันอยู่เป็นตาข่าย

veins (โดยมากเป็นเส้นโลหิตดำ)
- เป็นหลอดโลหิตที่มีผนังบาง—เล็กที่สุดเรียก venules ตั้งต้นจากปลายสุดของ capillaries
- นำโลหิตเข้าสู่หัวใจ
- มีผนัง ๓ ชั้น เหมือน artery แต่บางกว่า
- มีลิ้นภายใน

Vaso vasorum — เป็นชื่อของเส้นโลหิตที่นำเลือดไปเลี้ยงผนังของเส้นโลหิต

Vasomotor — เป็นชื่อของเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงเส้นโลหิตมี vasoconstrictor และ vasodilator

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

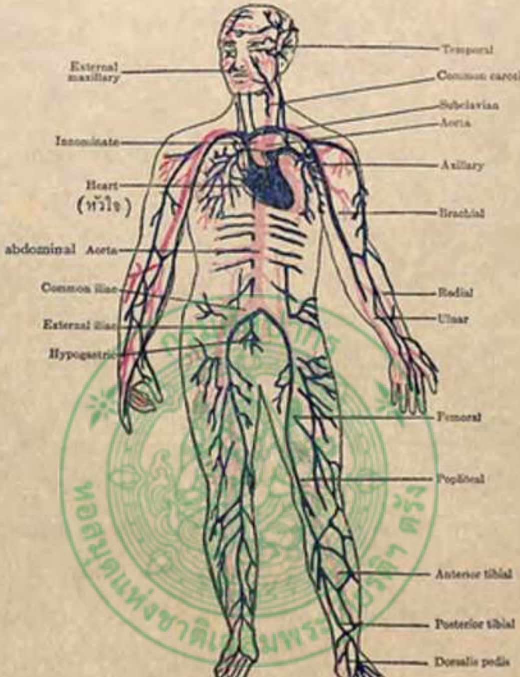
บทที่ ๑๓

เส้นโลหิตภายในร่างกาย ทั้ง Arteries, veins และ portal system

เส้นโลหิตแดงให้แขนงออกไปเลี้ยงทั่วร่างกาย เป็นระเบียบเรียบร้อย ชั้นแรกจะมีเส้นโลหิตแดงใหญ่ออกจากหัวใจ แล้วต่อไปก็แตกแขนงออกไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดมันจะเป็นเส้นโลหิตฝอย เพื่อให้ร่างกายทุกส่วนได้รับอาหารและอากาศจากโลหิตได้ทั่วถึงกัน

ทุก ๆ เส้นโลหิตที่แตกแขนงออกไป แขนงของมันจะเล็กลงทุกที และมีจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าคิดคำนวนเอาความกว้างของเส้นโลหิตเหล่านั้นมารวมกัน แล้วจะเห็นว่ามีเนื้อที่มากกว่าเส้นใหญ่ ที่ออกมาจากหัวใจ นี่หมายความว่าเส้นโลหิตที่ออกมาจากหัวใจจนไปถึงเส้นโลหิตฝอยนั้น มันกระจายออกไปอย่างกว้างขวาง ความกว้างของเส้นโลหิตแดงใหญ่หรือ aorta ที่ออกมาจากหัวใจตามธรรมดาเป็น ๑ นิ้ว แต่เนื้อที่ความกว้างของเส้นโลหิตที่แตกแขนงออกไปจากมัน รวมกันได้เป็น ๖๐๐-๗๐๐ นิ้ว

การแตกแขนงของ arteries การแตกแขนงของเส้นโลหิตแดงมีหลายแบบ (๑) บางเส้นให้แขนงมาก แต่แขนงใหญ่นั้นยังคงติดต่อเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เส้นโลหิตใหญ่ที่เดิมที่แยกออกมา เช่น thoracic หรือ abdominal aorta ที่ออกมาจาก aorta (๒) แขนงใหญ่แต่สั้น มักให้แขนงเล็ก ๆ จากจุด ๆ เดียวหลาย ๆ เส้น เช่นแขนงของ celiac artery (๓) artery มักจะแบ่งออกเป็น ๒ แขนง ซึ่งแต่ละเส้นโตเกือบเท่า ๆ กัน เช่น aorta ที่แบ่งออกเป็น common iliac ๒ เส้น



(รูปที่ ๑๕๐)

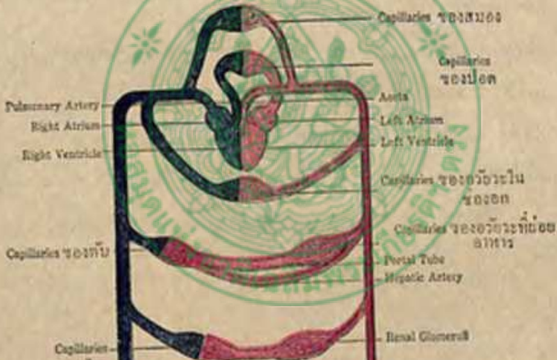
(แสดงเส้นโลหิตในร่างกาย และชื่อของ artery *บางเส้น)*

Anastomosis หรือการต่อกันของหลอดเลือด ปลายนอกของ Arteries เส้นหนึ่ง ๆ มักจะไปติดต่อกับเส้นอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้กระแสร์เลือดในเส้นเลือดต่าง ๆ ได้ติดต่อถึงกัน และถ้าเมื่อเส้นหนึ่งเส้นใดมีอันตรายไปเส้นอื่น ๆ ในบริเวณนั้นก็ทำงานได้ นอกจากนี้ช่วยแจกจ่ายกระแสร์เลือดให้ tissue โดยทั่วถึงและรักษา pressure การติดต่อของหลอดเลือดนี้เกิดขึ้นกับเส้นใหญ่เหมือนกับเส้นเล็ก ยิ่งเป็นอวัยวะที่ต้องการการไหลเวียนของเลือดให้ดีแล้ว

ยิ่งจำเป็นต้องมีเช่นในสมอง บางทีจะมีแขนงของเส้นโลหิต ๒ แขนงที่ได้แขนงที่มีขนาดใหญ่เท่า ๆ กันมาต่อกันเช่น Vertebral arteries ๒ เส้นมาต่อกันเป็น Basilar ภายในช่องท้องเช่นตรงลำไส้มี Anastomosis ของแขนงใหญ่ ๆ มาก ส่วนในแขนขามักจะมีมากตรงข้อต่อคือแขนงของเส้นโลหิตของแขนขาตอนต่อกับแขนงตอนล่าง

การต่อกันของเส้นโลหิตนี้สำคัญมากสำหรับศัลย์แพทย์ เพราะเส้นโลหิตนี้มักโตและกระแสร์เลือดที่แจกจ่ายไปในแขนงที่ต่อออกไปมักจะไหลกลับเข้าสู่แขนงใหญ่ เพราะฉะนั้นจึงสำคัญในการตัดและการผูกเส้นเลือดเวลาผ่าตัด

Plexus หรือตาข่ายของเส้นเลือดที่มาประสานกันนั้น เกิดขึ้นเนื่องจาก Anastomosis หรือการต่อกันของเส้นเลือดจำนวนหนึ่งที่อยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง



(รูปที่ ๑๕๑)

(แผนผังแสดงทางเดินของเส้นโลหิตใน portal cicirculation *มี* capillaries *อยู่ ๒ พวกในอวัยวะที่ต่างกันเช่น อวัยวะที่ย่อยอาหารและตับ ส่วนใน* Renal circulation *นั้นทั้ง ๒ พวกอยู่ในอวัยวะเดียวกัน คือไต.)*

ตามธรรมดาเส้นโลหิตแดงนั้นอยู่ในฐานะป้องกันต่อสู้สิ่งที่จะทำอันตรายให้ร่างกาย และทำให้เกิดความกดดันเฉพาะแห่ง Arteries ส่วนมาก ถ้าเส้นไหนไปสู่บริเวณไหนก็ไปเลี้ยงอวัยวะในบริเวณนั้นโดยตรง แต่ก็มีบางส่วนของร่างกายที่ไม่เป็นดังว่านี้เช่น Maxillary artery ไปเลี้ยงทั้งบริเวณคอและหน้า และ artery ที่ไปเลี้ยงริมฝีปากนั้นทำให้ปากทำหน้าที่หลายอย่างเช่น ช่วยในการพูด, หัวเราะ และการหันศีรษะไปมา

การจำแนกพวกในระบบหลอดเลือด

หลอดเลือดในร่างกาย จำแนกออกเป็นระบบใหญ่ ๆ ๒ ระบบคือ

(๑) Pulmonary system ซึ่งเป็นระบบเล็กๆ เป็นระบบที่ประกอบด้วยหลอดเลือดที่นำเลือดจากห้องล่างขวาของหัวใจ (Right Ventricle) ไปสู่ปอดและกลับจากปอดมาสู่หัวใจห้องบนซ้าย (Lt. Atrium)

(๒) Systemic system ซึ่งเป็นระบบใหญ่รวมเส้นเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายคือ Aorta และแขนงต่าง ๆ ของมันที่ไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายภายหลังนั้นเปลี่ยนเป็นเส้นโลหิตดำ กลับขึ้นมาสู่หัวใจห้องบนขวาอีกโดย Venacava ทั้ง ๒

เส้นเลือดของ pulmonary system มี (๑) pulmonary artery และแขนงของมัน (๒) capillaries ที่ติดต่อระหว่างแขนงเหล่านั้นกับ veins และ (๓) pulmonary veins

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๑๕๒)

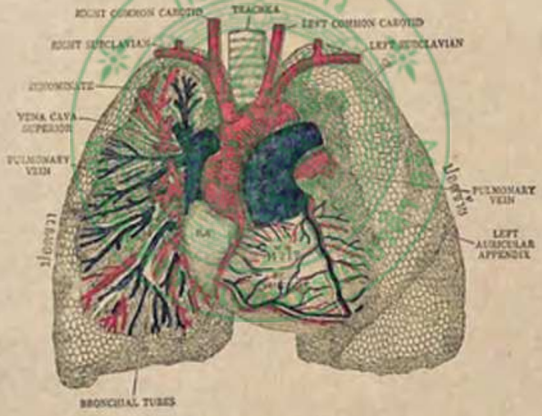
(แสดงเขตของ anastomosis และการต่อกันของ arteries)

กรมศิลปากร

pulmonary artery นำเลือดดำออกจากห้องล่างขวาของหัวใจไปปอด เส้นใหญ่ที่ออกจากหัวใจเป็นเส้นสั้น ๆ ยาวประมาณ ๕ เซนติเมตร (๒ นิ้ว) และกว้างกว่า ๓ เซนติเมตร (๑ ๑/๕ นิ้ว) นิดหน่อย พอออกจากหัวใจก็ผ่านขึ้นข้างบน และทอดไปข้างหลังทางด้านซ้าย พอถึงระยะระหว่างกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๕–๖ จะแยกออกเป็น ๒ แขนงคือ Rt. กับ Lt. pulmonary artery ซึ่งสู่ไปปอดขวาและซ้าย และก่อนที่มันจะเข้าสู่ปอดแต่ละแขนงแยกออกเป็นแขนงเล็ก ๒ แขนง ภายหลังเข้าสู่ปอดแล้ว แขนงเล็ก ๆ นั้นแยกแยะออกไปเป็นแขนงเล็ก ๆ อีกมาก ซึ่งแต่ละเส้นเล็กลงทุกที ในที่สุดจะเป็นเส้นโลหิตฝอยแล้วไปประกอบเป็นตาข่ายอยู่ที่ผนังและถุงลมเล็ก ๆ (เซลล์รับอากาศ) แล้วปลายนอกเส้นฝอยนี้จะไปติดต่อกับเส้นอื่น ๆ ซึ่งรวมกันค่อย ๆ โตขึ้นกลายเป็นเส้นโลหิตดำเล็ก ๆ (venules) และค่อยไปเป็นเส้นโลหิตดำ (veins) และ veins หลายเส้นมารวมกันเข้าเป็น pulmonary veins

Pulmonary veins เป็นเส้น veins สั้น ๆ ๔ เส้น ที่นำเลือดแดงที่ฟอกแล้วจากปอดข้างละ ๒ เส้นไปเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย เพื่อแจกจ่ายให้แก่ systemic artery pulmonary veins เหล่านี้ไม่มีลิ้นภายใน

เส้นเลือดของ systemic system ประกอบด้วย (๑) aorta และแขนงของมันที่แยกออกไปจะเป็นเส้นเล็ก (arterioles) (๒) เส้นโลหิตฝอยหรือ capillaries ที่ติดต่อระหว่าง arterioles กับเส้นโลหิตดำเล็ก (venules) (๓) venules หรือเส้นโลหิตดำเล็กและ veins ทั้งหมดของร่างกายที่เข้าสู่ superior vena cava และ inferior vena cava แล้วเข้าสู่หัวใจ นอกจากนี้มี coronary sinus ที่เลี้ยงผนังหัวใจ และเปิดเข้าสู่หัวใจโดยตรง



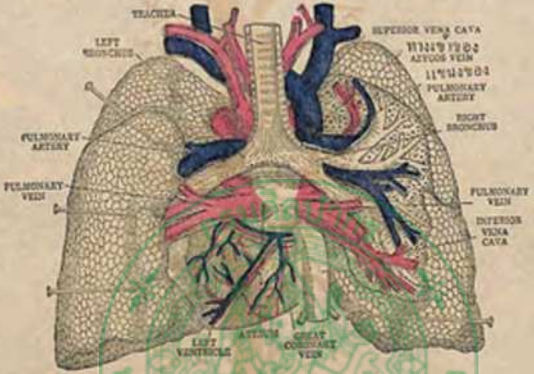
กรมศิลปากร

(รูปที่ ๑๕๓)

(แสดง pulmonary artery และ aorta ปอดขวาถูกตัดทางด้านหน้าออกให้เห็นเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงปอดและหลอดลม)

Aorta เป็นเส้นเลือดแดงใหญ่ที่สุดในร่างกาย ออกจากห้องล่างซ้ายของหัวใจผ่านขึ้นไปทางด้านขวาใต้ pulmonary artery แล้วโค้งกลับลงมา แล้วทอดลงข้างล่างไปตามยาวของกระดูกสันหลัง ผ่านกะบังลมเข้าไปในช่องท้อง ไปสิ้นสุดที่กระดูกสันหลังตอน

เอวอันที่ ๔ แล้วแยกออกเป็น Rt และ Lt. common iliac artery ตามนี้ aorta จะติดต่อเป็นเส้นเดียวกัน แต่ปลายเล็กลงกว่าตอนบน และระหว่างที่มันทอดลงไปจะให้แขนงไปตามทางเรื่อย ๆ เพื่อเลี้ยงอวัยวะใกล้ ๆ บริเวณนั้น

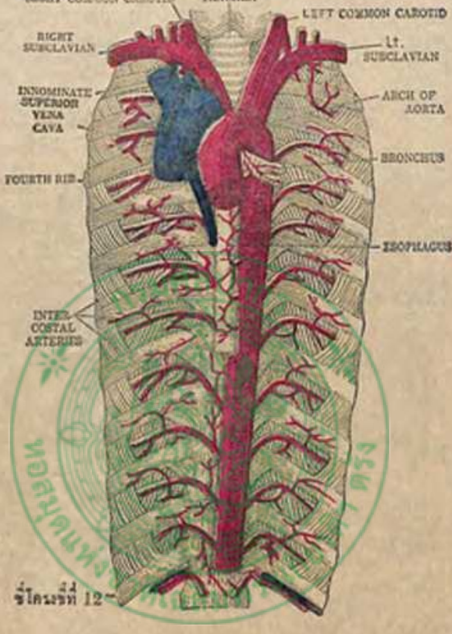


(รูปที่ ๑๕๔)

(เส้นเลือดที่ไปเลี้ยงปอด ดูจากทางด้านหลังของปอดและหัวใจ ซึ่งปอดทางด้านซ้ายจะถูกดึงขึ้นนิดหน่อย ปอดขวาตัดบางส่วนออกให้เห็นเส้นเลือดภายใน และแขนงของหลอดลม)

Aorta เรียกชื่อออกไปเป็นตอน ๆ (๑) ascending aorta (๒) arch of aorta (๓) descending aorta ซึ่งแบ่งออกเป็น ก. ส่วนที่อยู่เหนือกระบังลมเรียก thoracic aorta และ ข. ส่วนที่อยู่ใต้กระบังลมเรียก abdominal aorta

(๑) Ascending aorta เป็นเส้นโลหิตที่สั้น ยาวประมาณ ๕ ซม. (๒ นิ้ว) และอยู่ภายในเยื่อหุ้มหัวใจ ให้แขนงเป็น Rt. และ Lt. coronary arteries



(รูปที่ ๑๕๕)

(Thoracic aorta ซึ่งตั้งต้นจากกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๔ ถึงอันที่ ๑๒)

(๒) arch aorta ตั้งต้นจาก ascending aorta แล้วทอดขึ้นบน โค้งลงไปทางด้านหลัง เฉียงไปทางซ้ายข้างหน้าของหลอดลมใหญ่ แล้วทอดลงข้างล่างทางซีกซ้ายจนถึงข้าง ๆ ของกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๔ แล้วต่อกับ descending aorta ให้แขนง ๓ แขนง คือ innominate, Lt. common carotid และ Lt. subclavian arteries แขนงเหล่านี้ไปเลี้ยงศีรษะและแขน

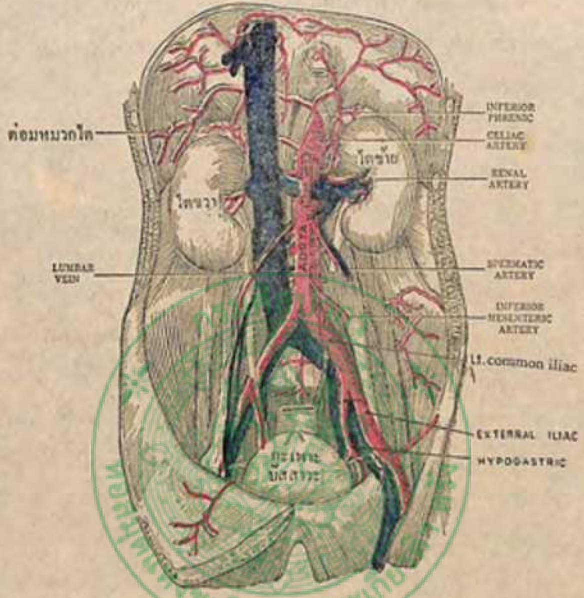
Innominate artery ตั้งต้นจาก arch aorta ทางขวาตอนบน ทอดขึ้นเฉียงไปทางขวา จนถึงระดับของริมบนของกระดูกไหปลาร้า แล้วแยกออกเป็น Rt. commoncarotid และ Rt. subclavian artery

(๓) descending aorta ตั้งต้นจาก aorta ตอนที่ตรงกับกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๔ แยกออกเป็น

ก. Thoracic aorta เป็นตอนของ descending aorta แต่อยู่เหนือกระบังลมหรือเหนือ aortic opening ซึ่งต่อไปจะทะลุลงไปในช่องท้อง ให้แขนงไปเลี้ยงผนังของช่องอกและอวัยวะภายในช่องอก

ข. Abdominal aorta เป็นส่วนของ descending aorta ที่อยู่ใต้กระบังลม ตั้งต้นจาก aortic opening ของกระบังลมหน้ากระดูกสันหลังตอนอกอันสุดท้าย และตอนล่างให้แขนง ๒ แขนง คือ common iliac arteries ซึ่งตอนที่มันแตกแขนงออกไปนี้ตรงกับระดับของกระดูกเอวอันที่ ๔ ถ้าด้านหน้าท้องก็ตรงกับใต้สะดือไปทางซ้ายนิดหน่อย แขนงจาก abdominal aorta ไปเลี้ยงผนังของช่องท้อง และอวัยวะภายในช่องท้อง

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูป ที่๑๕๖)

(แสดง abdominal aorta และ inferior vena cava)

Arteries ของลำตัว

แบ่งออกเป็น

Arteries ของหน้าอก ได้แขนงมาจาก thoracic aorta แขนงเหล่านี้แบ่งออกเป็น ๒ พวกคือ (ก) พวกที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในเรียก visceral (ข) พวกที่ไปเลี้ยงผนังของช่องอกเรียก parietal

พวกที่เลี้ยงอวัยวะภายในช่องอก มี	พวกที่ไปเลี้ยงผนังของช่องอก มี
Pericardial arteries	Intercostal arteries
Bronchial arteries	Subcostal arteries
Esophageal arteries	Superior phrenic arteries
Mediastineal arteries	

Pericardial arteries เป็นเส้นโลหิตเส้นเล็ก ๆ ที่ไปเลี้ยงเยื่อหุ้มหัวใจ

Bronchial arteries มีหลายเส้นที่ไปสู่ปอด ทางด้านซ้ายมี ๒ เส้นที่ออกมาจาก thoracic arteries ส่วนทางด้านขวามี ๑ เส้น ที่ตั้งต้นพร้อมกับเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงบริเวณระหว่างซี่โครงซี่แรก เส้นเลือดเหล่านี้แต่ละเส้นมักขนานไปกับหลอดลม แล้วแยกแขนงไปตามหลอดลม จนไปเลี้ยงเซลล์ของปอด

Esophageal arteries มี ๔ หรือ ๕ เส้น ตั้งต้นจากด้านหลังของ aorta แล้วต่อกับเส้นโลหิตที่ชื่อ Lt. gastric และแขนงของ thyroid artery และ Lt. inferior phrenic arteries ไปตามความยาวของหลอดอาหาร

Mediastinal arteries เป็นเส้นโลหิตเส้นเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากที่ไปเลี้ยงต่อมน้ำเหลืองและ areolar tissue ที่อยู่ทางด้านหลังของ mediastinum

Intercostal arteries ตามธรรมดาแต่ละข้างมี ๙ เส้น ตั้งต้นจากด้านหลังของ aorta และไปเลี้ยงบริเวณระหว่างกระดูกซี่โครงทั้ง ๙ แต่ละเส้นของมันขนานไปกับเส้นโลหิตดำและเส้นประสาท และแต่ละเส้นก็ให้แขนงมากไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและผิวหนังบริเวณหน้าอก และบริเวณสันหลัง

subcostal arteries อยู่ใต้ซี่โครงซี่สุดท้าย และเป็นคู่ที่อยู่ใต้ที่สุดของแขนงที่ออกมาจาก thoracic aorta

Superior phrenic arteries เป็นเส้นโลหิตเล็ก ๆ ตั้งต้นจากส่วนล่างของ thoracic aorta ไปเลี้ยงส่วนหลังทางด้านบนของกระบังลม

Arteries ของท้อง แขนงของมันตั้งต้นจาก abdominal aorta แบ่งออกเป็น ๒ พวกคือ

กรมศิลปากร

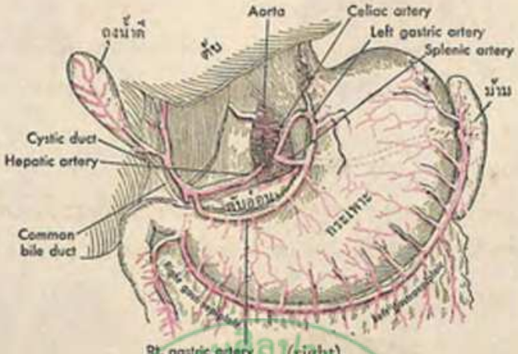
พวกที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในช่องท้อง	และพวกที่ไปเลี้ยงผนังของช่องท้อง
Celiac	Inferior phrenic arteries
Superior mesenteric	Lumbars
Middle suprarenals	Middle sacral
Renals	
Internal spermatic (ในชาย)	
ovarian (ในหญิง)	
Inferior mesenteric	

Celiac arteries เป็นแขนงเส้นใหญ่สั้นตามธรรมดายาวน้อยกว่า ๑.๒๕ ซม. (ครึ่งนิ้ว) ตั้งต้นจากด้านหน้าของ aorta ใต้ช่องเปิดของกระบังลม แล้วแยกออกเป็น ๓ แขนง Lt. gastric, hepatic และ splenic artery

Lt. gastric artery เส้นโลหิตเล็กออกไปตาม lesser curvature ของกระเพาะอาหาร จากด้านซ้ายไปทางด้านขวา ให้แขนงไปเลี้ยงกระเพาะทั้ง ๒ ด้าน เส้นโลหิตนี้มีปลายข้างหนึ่งต่อกับ esophageal artery และอีกข้างหนึ่งต่อกับ Rt. gastric artery

Hepatic artery เป็นเส้นโลหิตที่แยกโดยตรงจาก celiac artery เพื่อไปเลี้ยงตับ ให้แขนง ๓ แขนงคือ (ก) Rt. gastric ซึ่งออกจากขวาไปซ้าย ไปตาม lesser curvature ของกระเพาะอาหาร และไปต่อกับ Lt. gastric artery

กรมศิลปากร



(รูปที่ ๑๕๘)

(celiac artery และแขนงของมัน)

(ข) Gastroduodenal ซึ่งแยกออกเป็น ๒ แขนง ๆ หนึ่งเรียกว่า superior pancreatioduodenal ไปเลี้ยง duodenum และส่วนต้นของตับอ่อน อีกแขนงหนึ่งเรียก Rt. gastroepiploic หรือ gastro omental ทอดจากขวาไปหาซ้ายไปตาม greater curvature ของกระเพาะอาหาร ให้แขนงไปเลี้ยงบริเวณนั้นและไปต่อกับ splenic artery (ค) cystic artery ไปเลี้ยงถุงน้ำดีก่อนที่จะเข้าสู่ตับ hepatic artery แยกออกเป็น ๒ แขนง ขวา และ ซ้ายไปเลี้ยงตับซีกต่าง ๆ

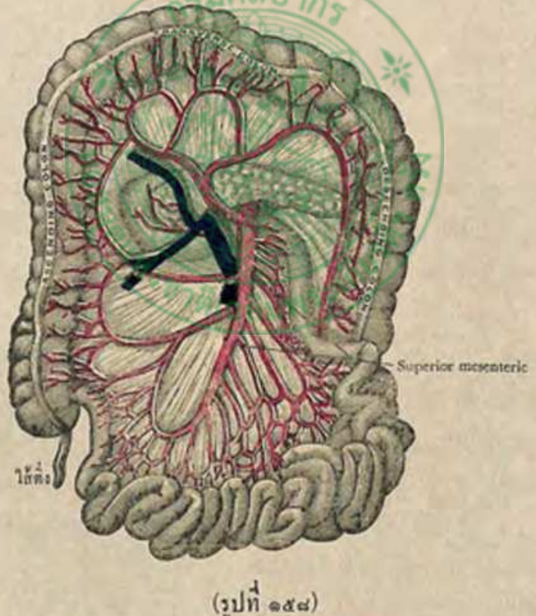
Splenic artery เป็นแขนงใหญ่ที่สุดใน ๓ แขนงของ celiac artery ให้แขนงเล็ก ๆ ออกไปยังตับอ่อน และส่วนใหญ่ไปสู่ลำไส้เล็ก และให้แขนงใหญ่ ๑ เส้นที่เรียก Lt. gastroepiploic ไปเลี้ยงกระเพาะอาหาร เส้นนี้ทอดไปตาม greater curvature ของกระเพาะ จากซ้ายไปขวา และต่อกับ Rt. gastroepiploic artery

Superior mesenteric artery ตั้งต้นจากส่วนหน้าของ aorta ต่ำกว่า celiac artery นิดหน่อย เส้นนี้ไปเลี้ยงลำไส้เล็กทั้งหมด นอกจาก duodenum นอกจากนี้ไปเลี้ยง cecum,

ascending colon และครึ่งหนึ่งของ transverse colon (ดูรูปที่ ๑๕๗)

Middle supra renal artery เป็นเส้นโลหิตที่มีขนาดเล็ก ตั้งต้นจากด้านข้างของ aorta และไปเลี้ยงต่อมหมวกไต หรือ adrenal glands และติดกับแขนงของ phrenic และ renal arteries

Renal arteries มีขวา และซ้าย ตั้งต้นจากด้านข้างของ aorta ต่ำกว่า superior mesenteric artery แขนงทางขวาอยู่ต่ำกว่าทางซ้ายนิดหน่อย แต่ละเส้นทอดขึ้ออกไปทางด้านนอก เกือบจะเป็นมุมฉากกับ aorta และแต่ละเส้นแยกออกเป็น ๔ หรือ ๕ แขนงก่อนที่มันจะเข้าสู่ hilum ของไต (ดูรูปที่ ๑๕๖)



(รูปที่ ๑๕๘)

(superior mesenteric artery)

Inferior spermatic arteries ตั้งต้นจากด้านหน้าของ aorta ต่ำกว่า renal arteries นิดหน่อย เส้นนี้ไปเลี้ยงลูกอัณฑะของผู้ชาย

Ovarian arteries มีในผู้หญิง ตั้งต้นจากที่แห่งเดียวกับ spermatic arteries ในผู้ชายตั้งต้น เส้นนี้ไปเลี้ยงรังไข่ และให้แขนงเล็ก ๆ ไปเลี้ยงมดลูก และท่อมดลูก แขนงของมันไปต่อกับ uterine artey (ที่เป็นแขนงของ hypogastric) และช่วยให้อาหารแก่มดลูก ตลอดระยะที่มีท้อง เส้นนี้จะโตมาก

(รูปที่ ๑๕๘)

(Inferior mesenteric artery)

Inferior mesenteric artery ตั้งต้นจากด้านหน้าของ aorta ข้างบนแขนงของ common iliac ๓.๗ ซม. (๑ ๑/๒ นิ้ว) ให้แขนงไปยังครึ่งหนึ่งทางด้านซ้ายของ transverse

colon และไปเลี้ยง descending และ sigmiod colon และทวารหนัก และเลือดกลับออกไปโดยทาง inferior mesenteric vein ซึ่งเข้าสู่ portal vein และเข้าสู่ inferior vena cava

Inferior phrenic arteries (มี ๒ เส้น) อาจจะแยกออกมาจาก aorta โดยตรง หรือจาก celiac artery ไปเลี้ยงผนังด้านล่างของกระบังลม

Lumbar arteries ตามธรรมดามีข้างละ ๔ เส้น ซึ่งคล้ายกับพวก intercostal arteries มันตั้งต้นจากด้านหลังของ aorta ตรงข้ามกับ body ของกระดูกสันหลังตอนเอว ๔ อันแรก ส่วนคู่ที่ ๕ แยกออกมาจาก sacral artery

เส้นโลหิตเหล่านี้ให้แขนงไปยังกล้ามเนื้อ และผิวหนังทางด้านหลัง และพวก spinal branch ของมันจะเข้าไปในช่องสันหลัง ไปเลี้ยงไขสันหลัง และเยื่อหุ้มไขสันหลัง และไปเลี้ยงกระดูกสันหลังตอนเอว

Middle sacral artery ตั้งต้นจากส่วนหลังของ abdominal aorta และผ่านลงข้างหน้าของกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๔ และ ๕ และกระดูกก้น กระดูกก้นกบ และ coccygeal gland.

Arteries ของเชิงกราน เมื่อ descending aorta ลงมาถึงกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๔ ได้แยกออกเป็น common iliac arteries ๒ เส้น คือขวากับซ้าย แขนงทั้ง ๒ นี้ผ่านลงข้างล่าง และถ่างออกข้างนอก เมื่อแยกออกมาประมาณ ๕ ซม. (๒ นิ้ว) แต่ละข้างจะแยกแขนงออกเป็น ๒ แขนง คือ hypogastric หรือ internal iliac และ external iliac arteries

Hypogastric หรือ internal iliac arteries ให้แขนงไปยังผนังของช่องเชิงกราน อวัยวะภายในอุ้งเชิงกราน อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก ก้น และต้นขาทางด้านในทั้ง ๒ ข้าง ในผู้หญิงจะให้แขนงที่เรียก uterine arteries ไปเลี้ยงมดลูก แขนงนี้เป็นแขนงสำคัญมาก ที่แยกออกมาจาก hypogastric artery

External iliac arteries แยกออกมาจาก common iliac ตรงกึ่งกลางระหว่าง anterior superior iliac spine และ symphisis pubis ให้แขนงเล็ก ๆ ไปเลี้ยง psoas

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

major muscles และต่อมน้ำเหลืองบริเวณใกล้ ๆ และแต่ละข้างให้แขนงเล็ก ๆ เป็น inferior epigastric และ deep iliac circumflex ซึ่งไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของท้อง และเยื่อหุ้มลำไส้ และบริเวณเชิงกราน

Arteries ของศีรษะ และคอ

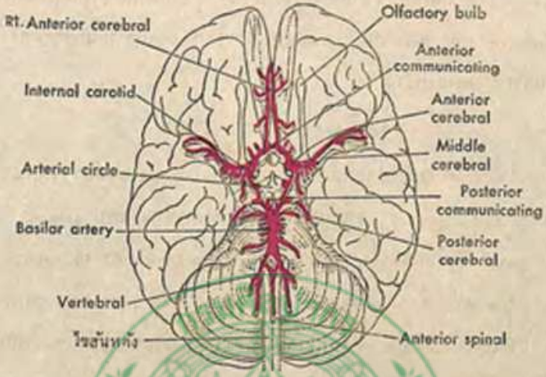
Arteries ของศีรษะและคอที่สำคัญมี common carotid ๒ เส้นขวา และซ้าย

Lt. common carotid ตั้งต้นจากกึ่งกลางทางด้านหน้าของ arch of aorta และ Rt. common carotid เป็นแขนงที่แยกออกมาจาก innominate และ Lt. carotid ยาวกว่าทางขวา ๑ หรือ ๒ นิ้ว ทั้ง ๒ เส้นทอดเฉียงขึ้นข้างบนไปทางด้านข้างทั้ง ๒ ของคอ จนถึงระดับริมบนของ thyroid cartilage (ลูกกระเดือก) มันจะแยกออกเป็นแขนงใหญ่ ๒ แขนง คือ (๑) external carotid และ (๒) internal carotid ทางตอนล่างของคอจะเห็นว่า common carotid ทั้ง ๒ ข้างอยู่ห่างกันเพียงมีหลอดลมใหญ่กั้นเท่านั้น แต่ทางตอนบนห่างกันมาก เพราะมีต่อมไทรอยด์หลอดเสียง และหลอดอาหารอยู่ระหว่างกลาง

External carotid อยู่ตื้น และอยู่เข้าไปทางเส้นผ่ากลางของคอมากกว่า internal carotid แต่ละเส้นของมันให้แขนง ๙ แขนง เพื่อไปเลี้ยงต่อมไทรอยด์ ลิ้น ลำคอ หน้า และหู และ meningeal branches ผ่านเข้าไปข้างในช่องสมอง ไปเลี้ยงเยื่อหุ้มสมองชั้นนอก (dura mater)

Internal carotid แต่ละเส้นก็ให้แขนงมาก ไปเลี้ยงตา และหนังตา หน้าผาก จมูก แต่แขนงที่สำคัญได้แก่ cerebral artery ที่ไปเลี้ยงสมองและ opthalmic artery optic foramen ไปเลี้ยงภายในเบ้าตา โดยไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของลูกตา และลูกตา

ตอนที่ internal carotid แยกจาก external carotid นั้น เส้นโลหิตตอนนั้นโตกว่าที่อื่นนิดหน่อย ที่เราเรียกว่า carotid sinus และผนังของมันซึ่งเป็น carotid body มีปลายประสาทสำหรับความรู้สึกของ sensory fibers ไปยังศูนย์กลางควบคุมการทำงานของหัวใจที่อยู่ในสมอง โดยไปตามเส้นประสาทสมองคู่ที่ ๙ ๑๐ ซึ่งทำงานเกี่ยวกับรักษาระดับความดันของโลหิตในร่างกาย (blood presser)



(รูปที่ ๑๖๐)

(*แสดงการไหลเวียนของโลหิตแดงที่อยู่ที่ฐานของมันสมอง ให้เห็น* arterial circle of Willis *จากบริเวณนี้* anterior, middle *และ* posterior cerebral arteries *ทอดออกไปสู่* cerebral hemisphere)

Circle of Willis นี่เป็นเส้นโลหิตแดงที่อยู่ที่ฐานของสมอง เส้นโลหิตเหล่านี้แต่ละเส้นมีปลายของมันต่อกับเส้นโลหิตอื่น ๆ เช่น anterior cerebral arteries ซึ่งเป็นแขนงของ internal carotid จะต่อกับ posterior cerebral arteries ซึ่งเป็นแขนงของ basilar และ basilar เองที่เป็นแขนงของ subclavian นั้นมาจาก vertebral arteries ๒ เส้นต่อกัน

Vertebral arteries ทอดขึ้นไป ๒ ข้างของกระดูกสันหลัง ผ่าน foramen magnum และไปต่อกันที่ฐานสมอง เพื่อให้เกิดเป็น basilar artery และเส้นนี้ทอดจากริมล่างของ pons ขึ้นไปจนถึงริมบน (อยู่ใน median groove) ปลายมันแยกออกเป็น posterior cerebral artery ๒ เส้น และทั้ง ๒ เส้นนี้ แต่ละเส้นไปติดต่อกับ internal carotid ที่มีอยู่แต่ละข้าง ตรงที่เรียกว่า posterior communicating arteries ส่วนทางด้านหน้า anterior cerebral arteries ติดต่อกับ anterior communicating arteries จะเห็นว่าเส้นโลหิตเหล่านี้

ติดต่อกันเป็นวงกลม (ดูรูปที่ ๑๖๑) ทั้งนี้เพื่อ (๑) ให้การไหลเวียนของโลหิตในสมองสม่ำเสมอกัน (๒) เพื่อว่า ถ้ารายไหนมีเส้นโลหิตพวกนี้เป็นอันตรายขึ้นสักเส้นหนึ่ง เส้นอื่น ๆ ก็สามารถนำโลหิตขึ้นสู่สมองได้

Arteries ของแขน

Subclavian arteries เป็นชื่อที่ใช้เรียกส่วนแรกของเส้นโลหิตใหญ่ที่ไปเลี้ยงแขนแต่ละข้าง เส้นโลหิตใหญ่ที่ไปเลี้ยงแขนนี้มีชื่อหลายชื่อ เรียกชื่อตามบริเวณที่มันผ่านไป เช่นตอนที่มันผ่านไหล่เรียกว่า subclavian arteries ผ่านรักแร้เรียก axillary arteries ผ่านแขนท่อนบนเรียก brachial และตรงข้อศอกนั้น brachial artery แยกออกเป็น radial และ ulnar arteries

Right subclavian artery ตั้งต้นตรงที่แยกออกจาก innominate ส่วน left subclavian ตั้งต้นจาก arch ของ aorta มันผ่านไปยังคอในระยะสั้น แล้ววกกลับมาถึงซี่โครงซี่ที่ ๑ จากที่นี่ต่อไปเราเรียกชื่อมันใหม่ว่า axillary arteries ซึ่งให้แขนงไปยังส่วนต่าง ๆ เช่น (๑) ไปยังฐานของสมอง (๒) ไปยังบริเวณไหล่ และ (๓) ไปยังหน้าอก ซึ่งให้แขนงไปเลี้ยง

ก. vertebral artery ได้อธิบายมาแล้วในตอนบนของหน้านี้

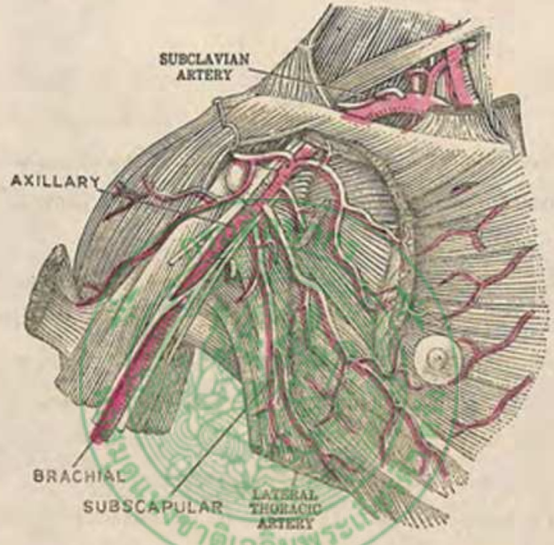
ข. Thyrcocervical arteries ไปเลี้ยง thyroid หลอดลมใหญ่ หลอดอาหาร (ก่อนถึงกระเพาะ) กล้ามเนื้อของคอ และสะบัก

ค. Internal mammary arteries ทอดผ่านไปใต้ costal cartilage จนถึงช่องระหว่างกระดูกซี่โครงที่ ๖ แล้วแยกเป็นแขนงเล็ก ๆ เรียก musculophrenic และ superior epigastric arteries ให้แขนงไปเลี้ยงต่อมนม กระบังลม areolar tissue และต่อมน้ำเหลืองใน mediastinum กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง เยื่อหุ้มหัวใจ และกล้ามเนื้อหน้าท้อง

Costocervical arteries ให้แขนงไปเลี้ยงหลังส่วนบน คอ ไขสันหลัง เยื่อหุ้มของมัน

Axillary arteries (ต่อมาจาก subclavian) ตั้งต้นจากริมนอกของซี่โครงซี่ที่ ๑ ไปยังริมล่างของเอ็น ของ teres major muscle แล้วต่อไปจะเปลี่ยนชื่อเป็น brachial มันทอดไปตามความยาวของแขน แต่ปลายบนที่เป็นตอนที่ตั้งต้นนั้นอยู่ลึก ปลายล่างอยู่ตื้น ให้แขนงไปยังหน้าอก ไหล่ และแขน

Brachial arteries (ต่อมาจาก axillary) ตั้งต้นจากริมล่างของเอ็น ของ teres major ลงไปข้างล่างผ่านข้อศอกประมาณ ๑ ซม. แล้วแยกออกเป็น radial และ ulnar arteries



(รูปที่ ๑๖๑)

(subclavian and axillary arteries) (Gerrish)

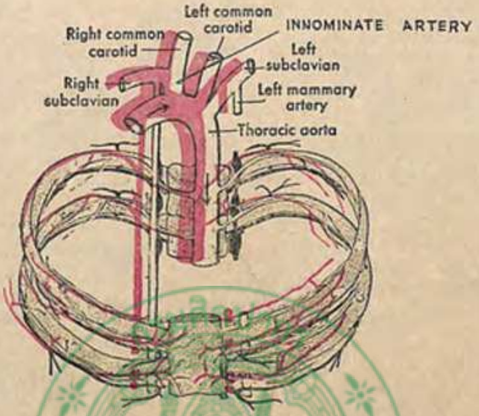
ตอนบนของมันทอดมาทางด้านในของกระดูกต้นแขน แต่เมื่อมันผ่านลงข้างล่าง มันทอดผ่านลงมาทางด้านหน้าของกระดูกต้นแขน แต่เมื่อทอดลงไปถึงข้อศอกมันผ่านไปกึ่งกลาง ในแอ่งของ epicondyles ไปตามริมด้านในของ bicep muscles ความดันของโลหิตตรงจุดนี้ คือโลหิตจากภายในแอ่งนี้ออกมาภายนอก ทำให้ปะทะกับกระดูกต้นแขน เป็นการควบคุมการไหลของโลหิตที่ไปเลี้ยงแขน

Ulnar arteries เป็นแขนงเส้นใหญ่ที่แยกออกมาจาก brachial ไปตามกระดูก ulna ไปยังฝ่ามือซึ่งให้แขนงตื้นและลึก ไปตามโค้งของฝ่ามือ

Radial artery เป็นแขนงที่แยกออกมาจาก brachial arteries เหมือนกัน ถึงแม้ขนาดมันโตไม่เท่า ulnar มันทอดไปตามกระดูก radius (ทางด้านหัวแม่มือ) ของแขนท่อนล่าง ตอนปลายล่างของมันจะวกกลับไปตามด้านนอกของข้อมือ และผ่านไปยังฝ่ามือ ไปต่อกับแขนงเล็ก ๆ ที่มาจาก ulnar ประกอบเป็น deep volar arch (เส้นโลหิตที่อยู่ตามขวางของอุ้งมือ) ทั้งแขนงที่ต้นและเล็กของมันนำโลหิตไปเลี้ยงมือ

(รูปที่ ๑๖๒)

(Arteries ของแขนและมือมองทางด้านหน้า)



(รูปที่ ๑๖๓)

(แสดง Internal mammary arteries และแขนงของมันที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อบริเวณกระดูกซี่โครง)

Arteries ของขา

External iliac arteries เป็นเส้นโลหิตใหญ่ที่ทอดลงข้างล่างไปเลี้ยงขา และมีชื่อตามบริเวณที่มันผ่านไป เช่น femoral, popliteal และ posterior tibial arteries

Femoral arteries ตั้งต้นจาก inguinal ligament อยู่บริเวณ ๓/๔ ของต้นขา ปลายล่างถึงรูผ่านของ adductor magnus muscles เมื่อผ่านทะลุช่องนี้แล้ว เส้นโลหิตนี้จะเปลี่ยนชื่อใหม่เป็น popliteal arteries ตอนบนของเส้นโลหิตนี้ทอดไปตามด้านในของต้นขา เราเรียกตอนนี้ว่า femoral triangle (scarpa's triangle) ตอนนี้จะพบว่าชีพจรเต้นแรง และพบได้ง่าย เป็นตอนที่เราสามารถจะควบคุมการไหลเวียนของโลหิตที่ไปตามเส้นนี้ง่ายกว่าตอนอื่น ๆ

Femoral artery ให้แขนงไปยังผนังหน้าท้อง และอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกรวมทั้งกล้ามเนื้อ และพังผืด ของต้นขา และแขนง ที่ทอด ลงไป ทางข้างล่าง เรียก lateral femoral

circumflex แต่ละเส้นไปต่อกับแขนงของ popliteal artery ตอนที่ต่อกันนั้นเรียก circum-patellar anastomosis ซึ่งอยู่รอบ ๆ ข้อเข่า

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

(รูปที่ ๑๖๔)

(แสดง arteries ของขา)

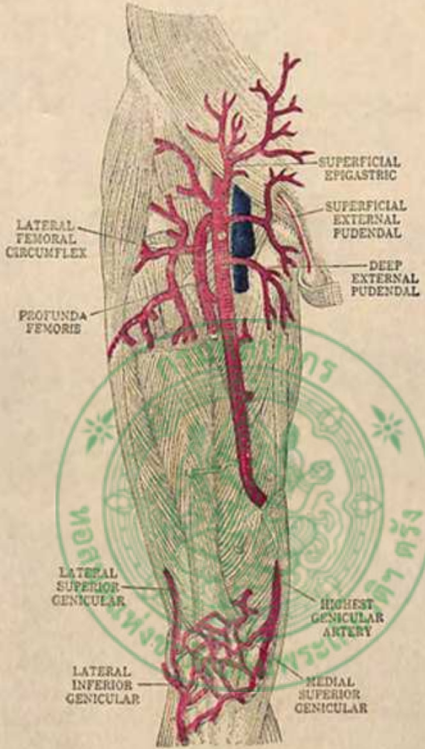
Popliteal artery ต่อมาจาก femoral artery แต่อยู่ทางด้านหลังของข้อเข่า ให้แขนงไปยังข้อเข่า กล้ามเนื้อทางส่วนหลังของต้นขา gastrocnemius และ soleus muscle และผิวหนังทางส่วนหลังของขาท่อนล่าง เมื่อมันลงมาต่ำกว่าข้อเข่านิดเดียว จะแยกออกเป็น posterior และ anterior tibial arteries

Posterior tibial artery ทอดไปตามส่วนหลังของขาท่อนล่าง ไปถึงข้อเท้าให้แขนงไปเลี้ยงน่อง และเป็นแขนงที่นำอาหารไปเลี้ยงกระดูก tibia และ fibula พอไปถึงข้อเท้ามันแยกออกเป็น medial และ lateral plantar arteries ซึ่งไปเลี้ยงส่นเท้าและฝ่าเท้า และต่อกับแขนงของ dorsalis pedis

Peroneal artery เป็นแขนงใหญ่ที่ออกมาจาก posterior tibial ต่ำกว่าบริเวณที่ poplitial artery แยกแขนงประมาณ ๒.๕ ซม. เส้นโลหิตนี้นำโลหิตไปเลี้ยง บริเวณทางด้านในของกระดูก fibula และกระดูกส่นเท้า

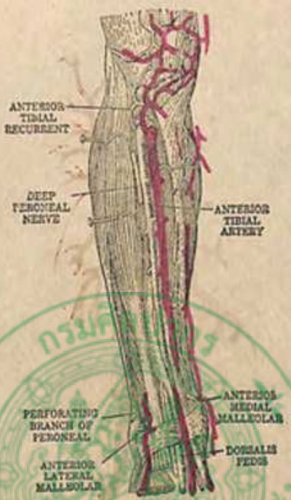
Anterior tibial artery เป็นแขนงที่เล็กกว่า และแยกออกมาจาก posterior tibial ทอดผ่านไปทางด้านหน้าของขาท่อนล่างจนถึงข้อเท้า พอถึงข้อเท้าเปลี่ยนชื่อเป็น dorsalis pedis artery ซึ่งไปต่อกับแขนงจาก posterior tibial และช่วยนำโลหิตไปเลี้ยงเท้า

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๑๖๕)

(Femoral artery) (Gerrish)



(รูปที่ ๑๖๖)

(anterior tibial artery) (Gerrish)

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

Veins

ทีแรก artery ตั้งต้นด้วยเส้นใหญ่ และค่อย ๆ เล็กลงเรื่อยจนกระทั่งเป็นเส้นโลหิตฝอย ส่วน veins นั้นตั้งต้นจากแขนงเล็ก ๆ ที่เรียกว่า venules ซึ่งมารวมกันเป็นแขนงใหญ่เข้าทุกที เมื่อมันเป็นแขนงใหญ่ก็ต่างกับ artery เพราะมีจำนวนมากกว่าและมีผนังบางกว่าโตกว่า นอกจากนี้มีลิ้นภายในที่กันไม่ให้เลือดไหลกลับ Veins ที่นำโลหิตออกจากอวัยวะต่าง ๆ นั้น กล่าวโดยทั่วไปแล้วเนื้อของ vein ทั้งหมด ที่มีอยู่ในร่างกายเป็น ๒ เท่าของเนื้อที่ ๆ ประกอบเป็น arteries

(รูปที่ ๑๖๗)

(artery *ทางส่วนหลังของขา*) (Gerrish)

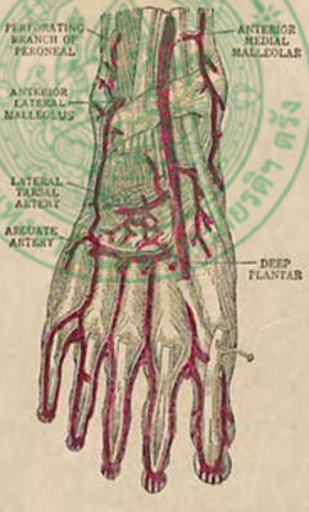
Veins ทั้งหมดแยกออกเป็น pulmonary vein และ systemic vein

Pulmonary vein นำโลหิตแดงจากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย veins เหล่านี้ตั้งต้นจากร่างแหของเส้นโลหิตฝอยที่อยู่ข้างบนถุงลม และเส้นโลหิตเหล่านี้ที่ออกมาจากแต่ละ lobules ของปอดก็มารวมกันเข้าเป็น vein เส้นหนึ่ง และเส้นโลหิตแต่ละเส้นที่ออกมาจาก

lobules ของปอด แต่ละอันก็มารวมกันเข้าเป็น vein เส้นใหญ่เส้นหนึ่งของปอด lobe หนึ่ง ๆ เพราะฉะนั้นปอดซ้ายจึงมี vein ใหญ่ ๒ เส้นและปอดขวามี ๓ เส้น เส้น vein ที่มาจาก middle lobe ของปอดขวา โดยมากมันจะรวมกับ vein ที่มาจาก upper lobe ของปอดขวา โดยเหตุนี้ปอดแต่ละข้างจึงมี vein ที่รับโลหิตแดงออกมาข้างละ ๒ เส้น Veins เหล่านี้ไม่มีลิ้นภายใน และแต่ละเส้นก็ไปเปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย

Systemic vein เส้นโลหิตดำที่นำโลหิตดำจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่า โลหิตแดงจากหัวใจไปเลี้ยงร่างกายโดย systemic artery และกลับเข้าสู่หัวใจโดย systemic artery ซึ่งแบ่งออกตามตำแหน่งที่อยู่ได้ ๓ พวก คือ superficial vein, deep vein และ venous sinous

กรมศิลปากร



(รูปที่ ๑๖๘)

(artery ของหลังเท้า) (Gerrish)

Superficial vein เป็น vein ที่อยู่ตื้น ๆ คือใต้ผิวหนังใน superficial fasciae และนำโลหิตดำกลับออกจากบริเวณนี้ บางทีเราเรียกเส้นโลหิตดำพวกนี้ว่า cutaneous vein พวกนี้มักไปต่อกับ deep veins อีกทีหนึ่ง veins ที่มาต่อกันเหล่านี้มีจำนวนมากกว่าจำนวนของเส้นโลหิตแดงที่ให้แขนงมาเลี้ยงบริเวณนี้ Deep vein โดยมากมักขนานไปกับ arteries และมักจะอยู่ใน sheath อันเดียวกันที่รวมมันไว้ด้วยกัน Deep veins ที่ขนานไปกับ arteries เช่น brachial, ulnar, radial, peronial, tibial arteries เหล่านี้มักจะมี deep vein เป็นจำนวนคู่หนึ่งต่อ artery หนึ่งเส้น เพราะเหตุนี้บางทีเราเรียกว่า companion vein

ส่วน artery เส้นใหญ่เช่น femoral, poplitial, axillary, subclavian มักจะมี vein เส้นเดียวที่ทอดคู่ไปกับมัน

ในบางส่วนของร่างกาย deep vein ไม่ได้ทอดคู่ไปกับ artery ก็มีเช่น vein ของสมองและที่อยู่ในช่องไขสันหลัง hepatic vein ในตับ และ vein เส้นใหญ่ที่นำโลหิตดำออกจากกระดูก

Venous sinus เป็นช่องที่พบในกระโหลกศีรษะเท่านั้น คือพบอยู่ในชั้น dura mater หรือเยื่อชั้นนอกที่หุ้มสมอง ผนังชั้นนอกของมันก็เป็น dura mater ส่วนชั้นในบุด้วย endothelial ซึ่งเป็นเยื่อที่ต่อมาจากพวกที่บุภายในหลอดเลือดที่ส่งโลหิตมาในช่องนี้ venous sinus นี้มี superior, inferior, sagittal sinuses, straight sinus และ occipital sinus ๑ คู่ (ซึ่งเป็นช่องใหญ่ที่สุดในจำพวกที่กล่าวซ้อนมาแล้ว)

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ เฉลิมพระเกียรติ

Systemic vein ที่เปิดเข้าสู่ส่วนต่าง ๆ แยกออกเป็น ๓ พวกคือ (๑) Vein ที่เปิดเข้าสู่หัวใจ (๒) vein ที่ส่งโลหิตเข้าสู่ superior vena cava (๓) vein ที่ส่งโลหิตเข้าสู่ inferior vena cava

เส้นโลหิตดำที่มาจากผนังของหัวใจ ๕ เส้น เข้าสู่หัวใจห้องบนขวาโดยทาง coronary sinus นอกจากนี้มีเส้นโลหิตดำเล็กอีกบางเส้นที่ส่งโลหิตดำเข้าสู่หัวใจห้องบนและห้องล่างขวาโดยตรงก็มี

เส้นโลหิตดำที่มาจากศีรษะ คอ และแขน หน้าอก และ azygos vein เข้าสู่ superior

vena cava ก่อนที่จะนำโลหิตเข้าสู่ห้องบนขวา

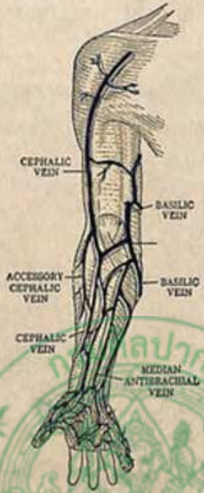
เส้นโลหิตดำที่มาจากขา ท้อง อุ้งเชิงกราน นำโลหิตเข้าสู่ inferior vena cava ก่อนที่จะเข้าสู่ห้องบนขวาของหัวใจเหมือนกัน

เส้นโลหิตดำของคอ

เส้นโลหิตดำของคอมีข้างละ ๒ เส้น คือ internal และ external jugular vein ที่นำโลหิตจากศีรษะและหน้า

External jugular vein เป็น vein ของคอที่อยู่ตื้น ๆ มี ๒ เส้น อยู่แต่ละข้างของคอ ข้างบนของมันผ่าน parotid gland และต่อกับ posterior facial และ posterior auricular vein ของแต่ละข้างของหน้าตรงที่ต่อกันนั้นมักอยู่ในระดับมุมของกระดูกขากรรไกรล่าง และแต่ละข้างก็ทอดลงมาข้างล่างไปสิ้นสุดที่ subclavian vein เส้นโลหิตดำทั้ง ๒ นี้รับโลหิตมาจากส่วนลึกของหน้า และส่วนนอกของศีรษะ

Internal jugular vein เป็นเส้นโลหิตดำที่ต่อลงมาจาก lateral sinus เริ่มต้นตั้งแต่ jugular foramen ที่อยู่ที่ฐานของกระโหลกศีรษะ ทอดผ่านลงมาแต่ละข้างของคอ ตอนบนของมันทอดขนานลงมากับ external carotid และตอนล่างทอดลงมากับ common carotid และปลายล่างไปต่อตั้งฉากกับ subclavian vein และ subclavian vein ทั้ง ๒ ข้างมารวมกันเป็น innominate vein (brachiocephalic vein) เส้นโลหิตดำนี้รับโลหิตจากส่วนตื้น ๆ ของหน้า คอ และ sinuses ต่าง ๆ ในช่องของกระโหลกศีรษะ โดยทั่ว ๆ ไป แขนงของ internal jugular มันขนานกับแขนง ของ external carotid artery



(รูปที่ ๑๘๔)

(เส้นโลหิตดำที่อยู่ตื้น ๆ ของแขนและมือ)

เส้นโลหิตดำของแขน

โลหิตที่ส่งกลับจากแขนกลับโดย superficial และ deep vein, deep vein นั้น เรียกชื่อเหมือนกับ artery เช่น radial, ulnar, brachial, axillary และ subclavian vein และแต่ละเส้นก็ต่อกับเส้นอื่น ๆ และต่อกับ superficial veins

ส่วน superficial veins นั้นมักเป็นเส้นโตกว่า deep vein โดยเหตุนี้จึงนำโลหิตกลับได้เป็นจำนวนมาก พวกนี้ตั้งต้นที่ plexuses ๒ อัน plexus อันหนึ่งอยู่ทางหลังมือ เกิดจากการประสานกันของ metacarpal vein ร่างแหของ dorsal venous และอีก plexus หนึ่งอยู่ทางโคกของฝ่ามือ ทางด้านนิ้วก้อย และทางด้านหัวแม่มือ ผ่านไปทางด้านหน้าของข้อมือ superficial veins นี้รวมเส้นโลหิตเหล่านี้คือ

Cephalic vein ตั้งต้นจากร่างแหของเส้นโลหิตดำที่อยู่ทางหลังมือ และหมุนกลับขึ้นไปข้างบนไปทางด้านข้างของ radial ไปติดต่อกับ accessory cephalic vein ที่ต่ำกว่าข้อศอกนิดหน่อย เพื่อไปเป็น cephalic vein ของแขนท่อนบน

Basilic vein ตั้งต้นจากบางส่วนของร่างแหของเส้นโลหิตดำเหมือนกัน แต่ทางด้าน ulnar และทอดขึ้นไปทางด้านหลังของ ulnar จนถึงใต้ข้อศอก ไปต่อกับ median basilic vein ทอดขึ้นไปทางริมล่างของ teres major muscle

Axillary vein ต่อมาจาก basilic vein ไปสุดที่ subclavian vein ตรงริมนอกของกระดูกซี่โครงซี่ที่ ๑ รับโลหิตดำจาก vein ของแขน (brachial vein) และ cephalic vein ที่ขนานไปกับแขนงของ axillary artery

(รูปที่ ๑๗๐)

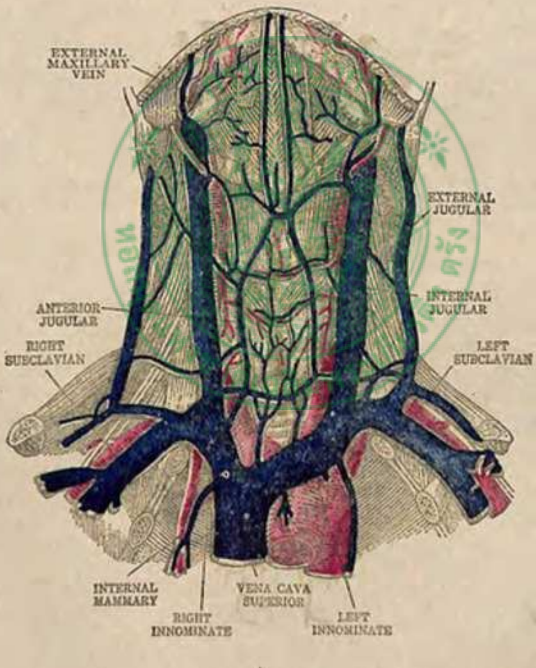
(เส้นโลหิตตื้น ๆ ทางด้านหน้าของแขนและไหล่) (Gerrish)

Subclavian vein มีขวาและซ้าย ต่อมาจาก axillary คือนับจากกระดูกซี่โครงซี่ที่ ๑ กับรอยต่อของกระดูกหน้าอก และกระดูกไหปลาร้าไปต่อกับ internal jugular vein เพื่อให้เกิดเป็น innominate vein ตรงรอยต่อกับ jugular vein นี้ left subclavian รับ

thoracic duct มาเปิดเข้า ส่วน right subclavian vein รับท่อน้ำเหลืองที่เรียกว่า right lymphatic duct มาเปิดเข้าสู่

เส้นโลหิตดำของหน้าอก

ส่วนบนของหน้าอกแต่ละข้างมี innominate vein ข้างละเส้น ซึ่งเกิดขึ้นจาก subclavian และ internal jugular vein มารวมกัน veins เหล่านี้รับโลหิตที่ไหลกลับมาจากศีรษะ คอ ต่อมนม และส่วนบนของทรวงอก เส้นโลหิตดำทั้ง ๒ เส้นนี้นำโลหิตเข้าสู่ superior vena cava

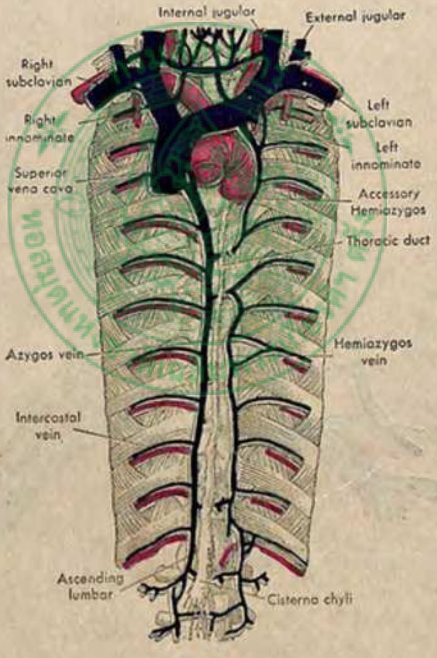


(รูปที่ ๑๘๑)

(เส้นโลหิตของคอและส่วนบนของหน้าอกทางด้านหน้า) (Gerrish)

Right innominate vein ยาวประมาณ ๒.๕. ซม. (๑ นิ้ว) ส่วน left innominate vein ยานประมาณ ๖ ซม. (๒ ๑/๒ นิ้ว)

Superior vena cava เป็นเส้นโลหิตดำใหญ่ที่เกิดจาก right และ left innominate veins มารวมกันตรงข้างหลังของรอยต่อของกระดูกอ่อนซี่โครงข้างขวาซี่ที่ ๑ กับกระดูกหน้าอก ยาวประมาณ ๗.๕ ซม. (๓ นิ้ว) ไปเปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา ตรงข้ามกับกระดูกอ่อนซี่โครงข้างขวา อันที่ ๓



(รูปที่ ๑๗๒)

(Azygos vein, intercostal veins และ thoracic duct) (Gerrish)

ระหว่าง inferior กับ superior vena cava นั้นมีเส้นโลหิตดำที่คอยติดต่อระหว่าง veins ทั้ง ๒ นี้เรียก azygos vein ในรายที่มีการอุดตันเกิดขึ้นที่ inferior vena cava เส้นโลหิตเหล่านี้จะช่วยนำโลหิตเข้าสู่ superior vena cava ได้ azygos veins นี้มี ๓ เส้น ทอดขนานไปทางด้านหน้าของกระดูกสันหลัง

Azygos vein (อยู่ทางขวาเป็นเส้นใหญ่ บางทีเรียก major azygos) เริ่มต้นตรงกับระดับของกระดูกสันหลังตอนเอว อันที่ ๒ หรือ ๓ บางทีก็เรียกว่า right ascending lumbar vein หรือเรียกว่าเป็นแขนงของ right renal vein หรือออกมาจาก inferior vena cava มันทอดขึ้นไปข้างบนทางด้านขวาของกระดูกสันหลังจนถึงระดับของกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๔ และโค้งขึ้นไปข้างบนขั้วของปอดขวา และเปิดเข้าสู่ superior vena cava

Azygos vein อันซ้ายเรียก hemiazygos vein เส้นเล็กกว่า เริ่มต้นจากบริเวณเอวทางด้านซ้าย หรือ renal vein ทอดขึ้นไปข้างบนทางด้านซ้ายของกระดูกสันหลัง ถึงระดับของกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๙ ไปต่อกับ azygos vein เส้นนี้มีเส้นโลหิตดำจาก intercostal veins ข้างซ้าย ๔ หรือ ๕ เส้น มาเปิดเข้า นอกจากนี้มี intercostal และ mediastinal veins

ข้างบนของ hemiazygos vein มี accessory hemiazygos vein ติดต่อกับ intercostal veins เส้นที่เหลืออยู่ทางข้างบนทั้งหลาย เส้นนี้บางทีเปิดเข้าสู่ azygos vein บางทีก็เข้าสู่ hemiazygos vein ซึ่งแตกต่างกันในขนาด ทั้งและตำแหน่งที่มันทอดผ่านไปรับเส้นโลหิตดำที่ออกมาจากช่องระหว่างกระดูกซี่โครง ๓ หรือ ๔ ช่องข้างบน นอกจากนี้บางทีติดต่อกับ bronchial veins เหมือนกัน

Azygos vein นำโลหิตกลับจาก intercostal muscles เข้าสู่ superior vena cava

Bronchial vein อยู่ที่ขั้วปอดแต่ละข้าง และนำโลหิตกลับจากขั้วปอด และจากหลอดลมใหญ่ที่เข้าสู่ปอดข้างขวา เปิดเข้าสู่เกือบปลายสุดของ azygos vein ส่วนข้างซ้ายเปิดเข้าสู่ accessory hemiazygos vein ส่วนเลือดที่เข้าไปสู่ปอดโดย bronchial artery นั้นกลับไปหัวใจโดยทาง pulmonary vein

(รูปที่ ๑๗๓)

(vein *ที่อยู่ตื้นทางด้านหน้าของต้นขาขวา*) (Gerrish)

เส้นโลหิตดำของขา

โลหิตดำของขาไหลกลับหัวใจโดย superficial และ deep vein superficial vein นั้นเป็น vein ที่อยู่ใต้ผิวหนัง อยู่ระหว่างชั้นของ superficial fascia ส่วน deep vein นั้น มักทอดไปกับ artery และทั้ง ๒ พวกมีลิ้นภายใน ลิ้นที่มีในเส้นโลหิตดำนั้น มีในพวก deep vein มากกว่าพวกที่อยู่ตื้น

Superficial veins นั้นมี great saphenous vein, small saphenous vein และแขนงของมัน superficail vein ของเท้าประกอบกันเป็น venous arches ของหลังเท้า และส้นเท้า แขนงของเส้นโลหิตเหล่านั้น ติดต่อซึ่งกันและกัน และติดต่อกับแขนงของพวก deep veins และส่งเลือดเข้าสู่ medial และ lateral marginal vein

(รูปที่ ๑๗๔)
(veins ที่อยู่ตื้นของเท้าและขาด้านหน้า)
(Gerrish)

(รูปที่ ๑๗๕)
(veins ที่อยู่ตื้นของขาทางด้านหลัง)
(Gerrish)

Great saphenous veins ตั้งต้นจาก medial marginal vein ทอดขึ้นไปทางด้านบนและทางด้านในของขาไปติดต่อกับ femoral veins ต่ำกว่า inguinal ligament ประมาณ ๓ ซม. เล็กน้อย ตรงข้อเท้านั้นรับแขนงที่มาจากส้นเท้า ตรงขาท่อนล่างมีแขนงเล็ก ๆ ไปประสานกับ small saphenous vein และ veins ที่อยู่ใต้ผิวหนัง ส่วนทางขาท่อนบนรับแขนงจาก veins ต่าง ๆ ที่อยู่ทางด้านหลังและด้านในเส้นอื่น ๆ

Small saphenous veins ตั้งต้นจากข้างหลังของตาตุ่มด้านนอก ต่อจาก lateral marginal veins และผ่านขึ้นทางด้านหลังของขาท่อนล่างไปเทเข้าสู่ deep politeal vein รับแขนงของ veins ที่อยู่ทางหลังเท้า และทางด้านหลังของขา ก่อนที่จะไปเทเข้าสู่ popliteal veins ให้แขนงทางข้างบน และทอดไปข้างหน้า ไปติดต่อกับ great saphenous veins

Deep veins หรือเส้นโลหิตดำพวกที่อยู่ลึกเข้าไป ของบริเวณใต้เข่ามักจะทอดไปกับ arteries และมีอยู่เป็นจำนวนคู่ เรียกชื่อเหมือนกับ arteries เส้นโลหิตดำจากเท้าส่งเลือดดำเข้าสู่ anterior tibial และ posterior tibial vein และจะรวมกันเข้าเป็น popliteal vein เส้นหนึ่งซึ่งเมื่อผ่านขึ้นไปข้างบนเรียกเป็น femoral และ external iliac vein

Femoral vein เป็นเส้นโลหิตดำเส้นที่ต่อมาจาก popliteal vein ทอดจากช่องผ่านภายใน adductor magnus muscle จนถึง inquinal ligament แต่ละเส้นรับแขนงเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากมาย และปลายล่างติดต่อกับ great saphenous vein

เส้นโลหิตดำของท้อง และอุ้งเชิงกราน

External iliac vein ต่อขึ้นมาจาก femoral vein โดยตั้งต้นจากระดับของ inquinal ligament แต่ละข้างจนถึงข้อต่อระหว่างกระดูกก้น และกระดูก ilium

Hypogastric vein เป็นเส้นโลหิตดำที่เกิดขึ้นเหมือนกับ hypogastric artery และทอดคู่ไปกับ hypogastric artery เทเลือดเข้าสู่ external iliac vein แล้วกลายเป็น common iliac veins

Common iliac veins ตั้งต้นจากพื้นของกระดูกก้น จนถึงกระดูกเอวอันที่ ๕ ต่อจากนี้ common iliac veins ๒ เส้น จะมารวมกันเป็น inferior vena cava

Inferior vena cava ตั้งต้นจาก common iliac veins ๒ เส้นมาบรรจบกัน ทอด

ขึ้นไปทางด้านขวาของ aorta ทะลุกระบังลมไปสิ้นสุดที่หัวใจห้องบนขวา รูปร่างและที่อยู่ของ inferior vena cava เหมือนกับ abdominal aorta แต่เป็นเส้นโลหิตดำที่นำโลหิตจากส่วนล่างของร่างกายที่อยู่ใต้กระบังลมลงไป และเป็นเส้นโลหิตดำใหญ่ที่รับแขนงจากเส้นโลหิตดำอื่น ๆ ที่มีชื่อเหมือนกับ arteries ทั้ง ๒ พวก คือ พวก parietal และ visceral ที่เข้าสู่ abdominal aorta เส้นโลหิตดำเหล่านี้มี (๑) lumbar (๒) renal (๓) suprarenal (๔) inferior phrenic (๕) hepatic (๖) right spermatic หรือ ovarian vein เส้นโลหิตดำทั้งหมดนี้ทอดคู่และมีชื่อเหมือนกับเส้นโลหิตแดง

แต่ก็มีข้อยกเว้นดังต่อไปนี้คือ

(๑) Right suprarenal vein เทเลือดเข้าสู่ inferior vena cava ส่วน left suprarenal vein เทเลือดเข้าสู่ไตข้างซ้ายหรือ left inferior phrenic vein

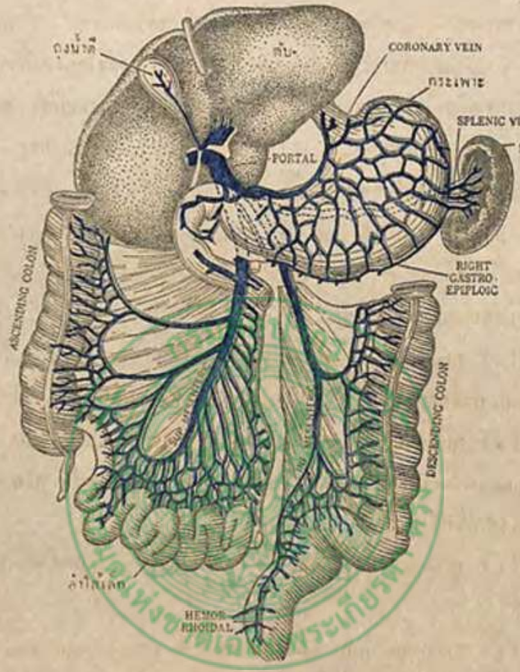
(๒) Right inferior phrenic vein เทเลือดเข้าสู่ inferior vena cava ส่วน left inferior phrenic vein โดยมากมี ๒ แขนง แขนงหนึ่งเทเลือดเข้าสู่ไตซ้าย หรือ suprarenal vein และอีกแขนงหนึ่งเข้าสู่ inferior vena cava

(๓) Hepatic vein เทเลือดเข้าสู่ inferior vena cava แต่ตั้งต้นใน sinusoid ของตับ

(๔) Right spermatic vein เทเลือดเข้าสู่ inferior vena cava ส่วน left spermatic veins เข้าสู่ lt. renal vein และ ovarian vein ในผู้หญิง ไปสิ้นสุดเหมือนกับ spermatic vein ในผู้ชาย

เส้นโลหิตดำที่เป็นแขนงของ celiac, superior และ inferior mesenteric นับเข้าอยู่ใน portal system

หอสมุดแห่งชาติ เฉลิมพระเกียรติ



(รูปที่ ๑๗๖)

(portal system ของเส้นโลหิตดำ ตับอยู่ในท่าหงายไปข้างหลัง เอา transverse colon และลำไส้เล็กทั้งหมดออก) (Gerrish)

Portal system เป็นเส้นโลหิตดำทั้งหมด มีพวกเส้นโลหิตดำที่กลับจากม้าม กระเพาะ ตับอ่อนและลำไส้ เส้นเลือดดำที่ออกจากม้ามเรียก splenic vein แล้วเส้นเลือดดำนี้ผ่านไปข้างหลังของตับอ่อน จากด้านซ้ายไปข้างขวา และไปต่อกับ superior mesenteric เพื่อเป็น portal vein ก่อนที่จะต่อกับ superior mesenteric vein นั้น splenic vein รับเส้นเลือดดำเส้นอื่นมารวม เช่น gastric vein, pancreatic vein และ inferior mesenteric vein ซึ่งนำ

โลหิตดำกลับมาจากทวารหนัก sigmoid และ descending colon และ superior mesenteric นำโลหิตจากลำไส้เล็ก cecum และ ascending และ transverse colon

Portal vein อยู่ตรงกระดูกเอวอันที่ ๒ โดยมี splenic vein และ superior mesenteric ๒ เส้นมารวมกัน เส้นนี้ทอดขึ้นไปข้างบนทางด้านขวาไปยัง transverse fissure ของตับ ตรงนี้จะแยกออกไปเป็นแขนงขวาและซ้าย ซึ่งทอดคู่ไปกับแขนงขวาและซ้ายของ hepatic artery เข้าไปใน lobe ขวาและซ้ายของตับ ก่อนที่จะเข้าไปสู่ตับแขนงขวารับ cystic vein ที่นำโลหิตดำจากถุงน้ำดี hepatic artery นำโลหิตออกจาก aorta โดยตรง โดยออกมาตาม celiac artery ไปยังตับ ในตับ โลหิตจากเส้นโลหิตทั้ง ๒ พวก เข้าสู่ interlobular vessles เส้นโลหิตที่อยู่ระหว่าง lobe ของตับ แล้วแยกออกไปเป็นแขนงเล็กออกไป ในที่สุดจะไปเป็นตาข่ายของเส้นโลหิตฝอยที่เรียก sinusoid และเส้นโลหิตเหล่านี้ติดต่อ และแทรกไประหว่างเซลล์ของตับทั้งหลาย ภายใน lobe ของตับ เส้นโลหิตจะติดต่อกับเซลล์ของตับทั่วถึงกัน แล้วมารวมกันกลับออกมาเป็น interlobular vein และมารวมเป็น hepatic vein ซึ่งในที่สุดเทเข้าสู่ inferior vena cava ดังนี้จะเห็นว่าตับรับโลหิตมาจากที่ ๒ แห่ง คือ hepatic artery นำโลหิตที่ออกมาจากหัวใจห้องล่างซ้ายโดยตรง โดยออกมาตาม aorta และ celiac artery ซึ่งโลหิตเหล่านี้มีปริมาณของอ๊อกซิเจนสูง ส่วนโลหิตที่มาตาม portal vein นั้น มีปริมาณของสารละลายของพวกน้ำตาล ammino acid และไขมัน ซึ่งได้มาจากอาหาร

เส้นโลหิตดำบางเส้นที่ให้แขนงไปยัง portal vein ยังให้แขนงเล็ก ๆ ที่ส่งโลหิตเข้าสู่ superior และ inferior vena cava โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านทางตับก็มี ตัวอย่างเช่น แขนงของ coronary vein ของกระเพาะอาหารที่ไปรวมกับ esophageal vein เข้าสู่ azygos vein ที่นำโลหิตเข้าสู่หัวใจเลย เรียกว่า accessory portal vein

สรุป

Artery เส้นโลหิตแดง	เริ่มต้นเป็นเส้นใหญ่แล้วค่อย ๆ เล็กลง โดยมากอยู่ลึก ปลายของมันประสานหรือต่อกันที่เรียก Anastomosis และ anastomosis ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มเรียก plexus

- ระบบหลอดเลือด (Vascular system) แยกออกเป็น
  - Pulmonary system
    - (๑) Pulmonary artery นำโลหิตดำจากหัวใจห้องล่างขวาไปปอด
      - Rt. pulmonary artery ไปสู่ปอดขวา
      - Lt. pulmonary artery ไปสู่ปอดซ้าย
    - (๒) มีเส้นโลหิตฝอยที่ติดต่อระหว่างเส้นโลหิตแดงเล็ก (arterioles) และเส้นโลหิตดำเล็ก (venules)
    - (๓) มี pulmonary veins ๔ เส้น จากปอดข้างละ ๒ เส้น นำโลหิตแดงจากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย
  - Systemic system
    - เป็นเส้นโลหิตที่นำโลหิตไหลเวียนไปทั่วร่างกาย
    - (๑) aorta และแขนงของมัน
    - (๒) capillaries ติดต่อระหว่าง arterioles และ venules
    - (๓) Vein ที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจโดยตรง หรือโดยทาง inferior และ superior venacava

- Aorta แยกออกเป็น
  - 1 ascending aorta
    - ยาวประมาณ ๒ นิ้ว
    - แยกออกเป็น right coronary artery และ left coronary artery
  - 2 arch of aorta
    - ตั้งต้นจาก ascending aorta ถึง body ของกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๔
    - ให้แขนง
      - Innominate
        - Rt. common carotid
        - Rt. subclavian
      - Lt. common carotid
      - Lt. subclavian
  - 3 descending aorta
    - Thoracic aorta
      - ตั้งต้นจากขอบล่างของกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๔ ไปยัง aortic opening ของกระบังลม
      - ให้แขนงไปเลี้ยงผนัง และอวัยวะภายในช่องอก

(มีต่อหน้าหลัง)

(ต่อจากหน้า ๓๕๐)

- abdominal aorta — ตั้งต้นจาก aortic opening ของกระบังลมถึง body ของกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๔ ให้แขนงไปเลี้ยงผนังท้องและอวัยวะภายในช่องท้อง

- Artery ของทรวงอก แบ่งออกเป็น
  - visceral group พวกเลี้ยงอวัยวะภายในช่องอก
    - Pericardials ไปเลี้ยงเยื่อหุ้มหัวใจ
    - Bronchials นำอาหารไปให้ปอด
    - Esophageals ไปเลี้ยง esophagus
    - Mediastinals ไปยังต่อมน้ำเหลือง และ areolar tissue ใน mediastinum
  - parietal group พวกเลี้ยงผนังของช่องอกมี
    - Intercostals ไปเลี้ยงบริเวณที่อยู่ระหว่างซี่โครง ๙ ช่องข้างล่าง
    - subcostals ไปต่อกับพวกที่เลี้ยงผนังหน้าท้องและบริเวณระหว่างซี่โครงอันล่างและ lumbar artery
    - superior phrenic ไปเลี้ยงด้านบนของกระบังลม

- Artery ของท้องที่เป็นพวก parietal group
  - Inferior phrenic — ให้แขนงไปเลี้ยงพื้นล่างของกระบังลม
  - Lumbar artery
    - ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ และผิวหนังทางด้านหลังนอก
    - จากนี้ไปเลี้ยงไขสันหลังและเยื่อหุ้มไขสันหลังและกระดูกสันหลัง
  - middle sacral — ผ่านลงข้างล่างไปเลี้ยง coccygeal gland

- Artery ของท้องที่เป็น visceral group
  - celiac artery
    - Lt. gastric — ไปเลี้ยง lesser curvature ของกระเพาะจากซ้ายไปขวา
    - Hepatic artery แบ่งออกเป็นแขนงขวาและซ้ายก่อนเข้าสู่ตับ
      - Rt. gastric ไปเลี้ยง lesser curvature ของกระเพาะจากขวาไปซ้าย
      - gastro-duodenal
        - superior pancreatico-duodinal ไปยัง duodinum และ head ของตับอ่อน
        - Rt gastroepiploic ไปยัง greater curvature ของกระเพาะขวาไปซ้าย
      - Cystic ไปเลี้ยงถุงน้ำดี

(มีต่อหน้าหลัง)

กรมศิลปากร

Artery ของท้องค่อ (ต่อจากหน้า ๓๕๑)

- Lienal หรือ splenic — มีแขนงไปเลี้ยงตับอ่อน Lt. gastroepiploic ไปยัง greater curvature ของกระเพาะจากซ้ายไปขวา
- Superior mesenteric — ไปเลี้ยงลำไส้เล็กนอกจาก duodinum นอกจากนี้ไปเลี้ยง cecum, ascending colon และครึ่งหนึ่งของ transverse colon
- Inferior mesenteric — เลี้ยงครึ่งหนึ่งทางด้านซ้ายของ transverse colon และ descending colon ทั้งหมด sigmoid colon ต่อลงไปเป็น superior hemorrhoidal artery ไปยังทวารหนัก
- Middle suprarenal — ไปเลี้ยงต่อมหมวกไต และให้แขนงไปต่อกับ phrenic และ renal artery
- Renal artery — แต่ละข้างแบ่งออกเป็น ๔ หรือ ๕ แขนง ก่อนเข้าสู่ไต
- Internal spermatic — ไปเลี้ยงลูกอัณฑะ
- Ovarian artery — ไปเลี้ยงรังไข่และให้แขนงเล็ก ๆ ไปเลี้ยง ureter และท่อรังไข่ให้แขนงเส้นหนึ่งไปต่อกับ uterine artery เพื่อให้อาหารแก่มดลูก

Artery ของอุ้งเชิงกราน

- Common iliac ยาวประมาณ ๕ ซม.
  - Hypogastric หรือ internal iliac — ให้แขนงไปเลี้ยงผนังอุ้งเชิงกราน และอวัยวะภายในอวัยวะสืบพันธุ์ ก้น ต้นขาด้านใน
  - external iliac — ให้แขนงไปยัง psoas major ขา inferior epigastric และบริเวณรอบ ๆ กระดูก ilium

กรมศิลปากร

- **artery ของหน้าและศีรษะ**
  - Lt. common carotid ตั้งต้นจาก arch aorta
    - External carotid – ให้แขนงไปเลี้ยงต่อมไธ-รอยด์ ลิ้น คอ หน้า หู และ duramater
    - Internal carotid – ให้แขนงไปเลี้ยงเหมือนด้านขวา
  - Rt. common carotid ตั้งต้นจาก innominate
    - External carotid – ให้แขนงไปเลี้ยงเหมือนด้านซ้าย
    - Internal carotid – ให้แขนงไปเลี้ยง สมองตา และอวัยวะที่ช่วยในการเห็น หน้าผาก และจมูก
  - Circle of Willis
    - ประสานกันอยู่ที่ฐานของมันสมอง
    - ประกอบขึ้นโดย – Anterior cerebral artery ต่อกับ anterior communicating artery, posterior cerebral artery, ต่อกับ posterior common artery

- **Artery ของแขน**
  - Subclavian – เป็นเส้นโลหิตใหญ่อยู่ส่วนบนของแขนแต่ละข้าง เส้นโลหิตนี้มีชื่อหลายชื่อ เรียกตามบริเวณที่มันผ่านไป
  - Rt. subclavian
    - ตั้งต้นจาก Innominate ถึงกระดูกซี่โครงซี่ที่ ๑
    - ให้แขนงคือ – Vertibral artery, thyrocervical artery, internal mammary artery, costo-cervical artery,
  - Lt. subclavian – ตั้งต้นจาก arch aorta ถึงซี่โครงซี่ที่ ๑ ให้แขนงเหมือนข้างขวา
  - Axillary artery
    - อยู่บริเวณรักแร้
    - ให้แขนงไปเลี้ยงไหล่ หน้าอก แขน
  - Brachial artery – ตั้งต้นจากรักแร้ ถึงบริเวณล่างข้อพับของข้อศอก ซึ่งจะไปแยกเป็น ulnar และ radial artery

Artery ของแขน (ต่อ)

- Ulnar artery — ทอดไปตามข้าง ๆ ของกระดูก ulnar ของแขนถึงฝ่ามือ
- Radial artery — ทอดไปตามด้านกระดูก radius ถึงฝ่ามือ
  - จากนี้ไปเป็น superficial และ deep ของ volar arch.

Artery ของขา

- External iliac — เป็นเส้นโลหิตใหญ่ของขา มีชื่อต่าง ๆ กัน ตามบริเวณที่มันผ่านไป
- Femoral artery — ทอดไปตาม Inquinal ligament จนถึงช่องเปิดใน adductor magnus muscle ให้แขนงไปเลี้ยงผนังของช่องท้อง อวัยวะสืบพันธ์ภายนอก กล้ามเนื้อและพังผืดของต้นขา
- Popliteal artery — อยู่ที่ข้อพับของเข่า ให้แขนงไปที่ข้อเข่า กล้ามเนื้อทางส่วนหลังของขาท่อนบน gastrocnemues muscle soleus ผิวหนังทางด้านหลังของขา พอลงมาใต้เข่าแบ่งออกเป็น posterior และ anterior tibial artery
- Posterior tibial artery — อยู่ที่น่องแยกออกมาจาก popliteal muscle ให้แขนงไปเลี้ยงบริเวณน่อง และไปยังบริเวณกระดูก tibia และ fibula พอแยกจาก popliteal artery ประมาณ ๑ นิ้ว ให้แขนงเป็น peroneal muscle ไปเลี้ยง fibula และกระดูกต้นเท้า
- Anterior tibial artery — อยู่ข้างหน้าของขาท่อนล่าง แยกออกมาจาก popliteal จนถึงข้อเท้า จากนั้นกลายเป็น dorsalis pedis artery
- dorsalis pedis — อยู่ทางหลังเท้าแต่ละข้าง มีทางต่อกับแขนงของ posterior tibial และช่วยให้อาหารไปเลี้ยงบริเวณเท้า

- ตอนเริ่มต้นเป็นเส้นเล็ก ต่อไปจะใหญ่ขึ้น
- ต่างจาก artery คือ
  - ขนาดโตกว่า
  - จำนวนมากกว่า
  - ผนังบางกว่า
  - มีลิ้นภายใน

- **Vein** — แบ่งออกเป็นพวกตามที่อยู่
  - Superficialvein — หรือพวกที่อยู่ใต้ผิวหนัง
  - Deep vein — โดยมากทอดคู่ไปกับ artery นอกจาก vein ในกระโหลกศีรษะ และในช่องไขสันหลัง
    - — hepatic vein, Large coronary vein
  - Venous sinuses — เป็นช่องผ่านของโลหิตดำที่อยู่ในชั้น dura mater
- **Vein** — เส้นที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ มี ๓ พวก
  - Coronary vein — รับเลือดดำจากหัวใจ
  - Superior vena cava — รับเลือดดำของศีรษะ คอ อก แขน
  - Inferior vena cava — รับเลือดดำจากท้อง ซุ้งเชิงกราน และขา
- **Vein ของคอ**
  - External Jugular — ต่อมาจาก subclavian vein ผ่านในต่อม parotid รับโลหิตจากส่วนลึกของหน้า และส่วนนอกของกระโหลกศีรษะ
  - Internal Jugular — มาจาก lateral sinuses ต่าง ๆ ไปรวมกับ subclavian เพื่อเป็น innominate vein รับเลือดจาก vein ของสมอง และ sinuses ต่าง ๆ ของสมอง และส่วนตื้น ๆ ของหน้า และคอ
- **Vein ของแขน**
  - Superficial — มีเป็นจำนวนมาก เพราะเป็นส่วนที่ช่วยนำโลหิตจากบริเวณกว้าง เพื่อกลับเข้าสู่ deep vein
    - Cephalic — ตั้งต้นในร่างแหของเส้นโลหิตดำฝอยที่อยู่ในหลังมือ ไปรวมกันเป็น accessory cephalic ของแขน เมื่อถึงบริเวณต่ำกว่าข้อศอกแล้วจะไปรวมกับ axillarie
    - Basilic — ตั้งต้นจากร่างแหของเส้นโลหิตดำฝอยที่ อยู่ที่หลังมือไปรวมกันเป็น median basilic ใต้ข้อศอกเปิดเข้าสู่ axillary

- **Vein ของแขน (ต่อ)**
  - **Deep vein**
    - มักทอดคู่ไปกับ artery และเรียกชื่อก็เหมือนกับ artery เช่น metacarpals, radial, ulnar etc.
    - **Axillaries**
      - ต่อขึ้นไปจาก basilic ไปริมขวาของซี่โครงซี่ ๑
      - เส้นโลหิตที่มาเปิดเข้าคือ brachial, cephalic และ deep vein
    - **Subclavian**
      - อยู่ถัดขึ้นไปจาก axillary ไปรวมกับ internal jugular เพื่อจะเป็น Innominate vein

- **vein ของอก**
  - **Innominate**
    - เกิดขึ้นจาก Internal jugular และ subclavian มารวมกัน
    - มี internal mammary vein มาเปิดเข้า
    - มีข้างละ ๑ เส้น
  - **Superior vena cava**
    - เกิดจาก Innominate ขวามารวมกัน ยาวประมาณ ๗.๕ ซม. ไปเปิดเข้าหัวใจห้องบนขวา
  - **Vein อันที่ช่วยติดต่อระหว่าง superior และ inferior vena cava**
    - (๑) Azygos vein
    - (๒) Hemiazygos vein
    - (๓) Accessory hemiazygos vein
  - **Brachial vein**
    - อยู่ที่ขั้วของปอดแต่ละข้าง นำโลหิตกลับจากหลอดลมใหญ่ที่เข้าสู่ปอด และบริเวณขั้วปอด
    - Rt. bronchial vein เปิดเข้าสู่ azygos vein
    - Lt. bronchial vein เข้าสู่ Lt. intercostal ที่อยู่เหนือกว่า หรือ accessory hemiazygos vein

- **Vein ของขา**
  - **Superficial vein**
    - อยู่ระหว่างชั้นของ superficial fasciae
    - มีต้นอยู่ภายใน
    - **Great saphenous**
      - ตั้งต้นใน medial marginal vein ทอดขึ้นบนไปรวมกับ femoral vein รับแขนงจากซ่นเท้าไปประสานกับ Small

- **vein ของขา (ต่อ)**
  - saphenous vein และ vein ใต้ผิวหนัง และ accessory saphenous
  - **Small saphenous**
    - ต่อมาจาก lateral marginal vein ไปรวมกับ popliteal vein รับแขนงที่มาจากหลังเท้า และด้านหลังของขาส่วนล่าง
  - **Deep vein**
    - มักทอดคู่ไปกับ artery และเรียกชื่อเหมือนกับ artery เป็น vein ที่มีลิ้นภายในเป็นจำนวนมาก
    - **Popliteal vein**
      - เกิดจาก anterior tibial และ posterior tibial มารวมกัน
    - **Femoral vein**
      - ต่อขึ้นมาจาก popliteal vein และทอดจากช่องเปิดใน adductor magnus muscle ถึง inquinal ligament
      - (๑) รับเลือดจากเส้นโลหิตดำที่อยู่ตื้นๆ
      - (๒) รับเลือดจาก deep vein ของเท้า ขาท่อนล่างและบน

- **vein ของท้องและอุ้งเชิงกราน**
  - **External iliac**
    - ต่อขึ้นไปจาก femoral vein ตั้งต้นจาก inquinal ligament ถึงข้อต่อของกระดูกก้นกับกระดูก ilium
  - **Hypogastric**
    - เกิดจาก vein ที่มารวมกันมีชื่อเหมือนกับ artery ที่มารวมกันเป็น hypogastric artery
  - **common iliac**
    - เกิดจาก external iliac และ hypogastric มารวมกันตั้งต้นจากพื้นของกระดูกก้นถึงกระดูกเอวอันที่ ๕

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

- **vein ของท้องและอุ้งเชิงกราน (ต่อ)**
  - **Inferior vena cava**
    - เกิดจาก common iliac ๒ เส้นมารวมกัน
    - ตั้งต้นจากกระดูกเอวอันที่ ๕ ถึงหัวใจห้องบนขวา
    - รับแขนงจากเส้นโลหิตดำต่าง ๆ ที่มีชื่อเหมือนกับ artery ที่แยกออกมาจาก aorta

- **Portal system**
  - เส้นเลือดที่ออกมาจากม้ามเรียก Splenic vein หรือ Lienal vein
  - **Lienal vein รับเลือดจาก**
    - Gastric vein (coronary vein) นำเลือดจากกระเพาะ
    - Pancreatic vein นำเลือดจากตับอ่อน
    - Inferior mesenteric vein นำเลือดจากทวารหนัก sigmoid, descending colon
  - **superior mesenteric vein**
    - นำเลือดจากลำไส้เล็ก ascending และ transverse colon และรวมกับ lienal vein เป็น portal vein
  - **Portal vein**
    - นำเลือดเข้าสู่ตับ แล้วแยกออกเป็นเส้นโลหิตดำฝอยเล็ก ๆ ที่เรียก sinusoid ประสานกับเส้นโลหิตแดงฝอยที่มาจาก hepatic artery เพื่อเป็น hepatic vein
  - **Hepatic vein**
    - เกิดจาก sinusoid และเส้นโลหิตแดงฝอยจาก hepatic artery เทเลือดเข้าสู่ inferior vena cava.

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

บทที่ ๑๔

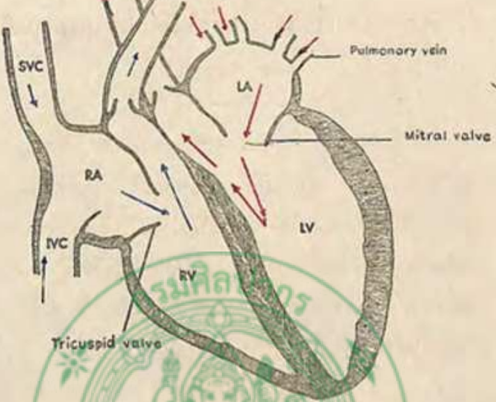
สรีรวิทยาที่ว่าด้วยการไหลเวียนของโลหิตในร่างกายและความดันของโลหิต

(Blood Pressure)

การทำงานของหัวใจช่วยควบคุมการไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย เพื่อจะแจกจ่ายโลหิตให้เซลล์ได้ทั่วถึงกัน ในการทำงานของเซลล์จะได้มากหรือน้อยนั้นต้องแล้วแต่โลหิตที่ผ่านไปสู่ตัวเซลล์นั้น ๆ และหัวใจจะทำงานได้ดีเพียงไรนั้นต้องแล้วแต่การควบคุมของเส้นประสาทและปฏิกริยาทางเคมีของสารที่มีอยู่ในโลหิตนั้น โลหิตที่ถูกบีบออกมาจากหัวใจมาตามเส้นโลหิตนั้น ไปดันผนังของเส้นโลหิตเป็นระยะ ๆ คล้ายคลื่น ซึ่งเราคลำพบได้ในที่บางแห่งที่เราเรียกว่าชีพจร ดังนั้นอัตราของชีพจรนั้นก็จะเป็นเครื่องหมายที่บอกถึงการทำงานของหัวใจ และจำนวนเลือดที่มีอยู่ในเส้นเลือด ซึ่งจะคอยควบคุมให้เซลล์ได้รับอาหารโดยสม่ำเสมอกัน หรือช่วยเพิ่มและลดความเข้มข้นของสารละลายที่มีอยู่ในเลือด หรือจำนวนของเลือดที่มีอยู่ในเส้นโลหิตฝอยที่ไปสู่ tissens ต่าง ๆ

การไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย

โลหิตดำเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาโดย superior และ inferior venacava และเมื่อหัวใจห้องบนขวาหดตัว จะบีบโลหิตให้ไหลผ่าน tricuspid valve ลงสู่ห้องล่างขวาและเมื่อห้องล่างขวาหดตัวทำให้ tricuspid valve ปิด โลหิตถูกบีบผ่าน Semilunar valve ไปตาม pulmonary artery และแบ่งออกเป็น ๒ แขนง เพื่อนำโลหิตไปสู่ปอดทั้ง ๒ ข้าง แล้วแยกออกเป็นเส้นโลหิตดำฝอยเล็ก ๆ ไปสู่ถุงลมในปอด จากเส้นโลหิตดำเหล่านี้ จะมีการถ่ายคาร์บอนไดอ๊อกไซด์และรับอ๊อกซิเจนทำให้โลหิตกลายเป็นสีแดง หลาย ๆ เส้นมารวมกันเป็น vein เส้นเล็ก ๆ จากนี้รวมกันเป็นเส้นใหญ่เรียกว่า Pulmonary vein ออกมาจากปอดข้างละ ๒ เส้น กลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย เมื่อหัวใจห้องบนซ้ายหดตัวจะบีบโลหิตให้ไหลผ่าน Bicuspid valve ลงสู่ห้องล่างซ้าย แล้วเมื่อหัวใจบีบตัวอีกครั้งจะไล่โลหิตให้ผ่าน semilunar valve เข้าสู่ aorta และแขนงของมัน จากนี้ก็ไปตามเส้นโลหิตฝอย ไปสู่อวัยวะและเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ภายหลังให้อาหารและอ๊อกซิเจนแก่เซลล์ต่าง ๆ แล้ว ก็รับของ



(รูปที่ ๑๓๗)

(แสดงห้องของหัวใจ มองจากด้านหน้า)

เสียและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์จากเซลล์ต่าง ๆ เพื่อจะถ่ายออก เพราะฉะนั้นมันจึงกลายเป็นเส้นโลหิตดำ และเส้นโลหิตดำทั้งหลายมารวมกันเป็น vena cava กลับเข้าสู่หัวใจ ซึ่งวนเวียนกันเป็นวงจร นี่เป็นคำอธิบายของการไหลเวียนของโลหิตที่เป็นวงจรกันในร่างกาย แต่จะต้องเข้าใจว่าหัวใจทั้งซีกขวาและซ้ายนั้นหดตัวเกือบพร้อม ๆ กัน เช่นโลหิตไหลเข้าสู่หัวใจห้องบนทั้ง ๒ ซีกในเวลาเดียวกัน และหัวใจห้องบนก็บีบตัวพร้อม ๆ กันให้เลือดไหลเข้าสู่ห้องล่างและในระยะต่อมาเมื่อหัวใจห้องล่างหดตัว เลือดจะไหลเข้าสู่ pulmonary artery และ aorta เลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างทั้ง ๒ มีจำนวนเท่า ๆ กันแต่เลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย ถูกส่งไปตามเส้นเลือดที่ยาวกว่า ที่ออกไปจากห้องล่างขวา

การไหลเวียนของโลหิตในร่างกายนี้แบ่งออกเป็น ๒ ตอน

(๑) Pulmonary circulation คือการไหลเวียนของโลหิตที่อยู่ระหว่างปอดกับหัวใจ

(๒) Systemic circulation หมายถึงการไหลเวียนของโลหิตที่ติดต่อระหว่างร่าง-กายส่วนอื่น ๆ ที่นอกจากไปและกลับจากปอด

การไหลเวียนของโลหิตที่ไปและกลับจากปอด ซึ่งเป็นวงจรที่เล็ก คือออกจากหัวใจห้องล่างขวา จนกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย ซึ่งเราเรียกว่า pulmonary circulation การที่มีการไหลเวียนระหว่างหัวใจและปอดนี้ เพื่อนำโลหิตดำจากหัวใจไปสู่ปอด จะได้มีการถ่ายคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ออก และรับอ๊อกซิเจนแทน เป็นการช่วยระบายของเสียออกภายนอกร่างกายและฟอกโลหิต

Systemic circulation เป็นการไหลเวียนของโลหิตที่เริ่มต้นจากหัวใจห้องล่างซ้าย ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คือไปตามเส้นโลหิตต่าง ๆ ที่นอกจากส่งไปและกลับจากปอด แล้วกลับมาเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา ทั้งหมดนี้เรียก systemic circulation ทั้งนี้เพื่อนำอ๊อกซิเจนและสิ่งที่เป็นอาหารไปให้ tissue ต่าง ๆ และนำของเสียจาก tissue เหล่านั้นไป ยังอวัยวะที่ช่วยในการขับถ่ายทั้งหลายด้วย ภายหลังที่โลหิตแดงออกมาจากหัวใจห้องล่างซ้ายแล้ว โลหิตไหลไปตามแขนงต่าง ๆ บางเส้นเข้าสู่กระเพาะ บางเส้นไปสู่ศีรษะ บางเส้นไปสู่แขนขา ฯลฯ เส้นโลหิตเหล่านี้บางเส้นสั้น เพราะไปเลี้ยงอวัยวะที่อยู่บริเวณใกล้ ๆ กับหัวใจ และก็กลับเข้าสู่หัวใจเร็วกว่าเส้นที่ส่งไปเลี้ยงไกลจากศูนย์กลางของมัน

ตัวอย่างของเส้นโลหิตของ systemic circulation ที่ทอดออกไปไกลจากหัวใจได้แก่เส้นที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปยังนิ้วเท้า และกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาแล้วไปสู่ปอดเพื่อกลับหัวใจห้องบนซ้าย

ตัวอย่างของเส้นโลหิตที่สั้นที่สุดก็คือ coronary artery ที่ออกจากหัวใจไปเลี้ยงผนังของหัวใจเอง เส้นโลหิตเหล่านี้จะมีโลหิตเต็มเมื่อหัวใจบีบตัว (Diastole) และโลหิตจะไหลกลับเข้าสู่หัวใจเมื่อหัวใจห้องล่างบีบตัว (systole) ในร่างกายของคนที่ปกติ อัตราของโลหิตที่ไหลเข้าสู่เส้นโลหิตเหล่านี้มีจำนวน ๕๐–๗๕ ซี.ซี. ของเลือดต่อน้ำหนัก ๑๐๐ กรัมของน้ำหนักของกล้ามเนื้อของหัวใจในนาทีหนึ่ง แต่ก็แล้วแต่การเต้นของหัวใจและจำนวนที่มีอยู่ในหัวใจ หรือพูดกันอีกนัยหนึ่งคือ ถ้าหัวใจหนัก ๓๐๐ กรัมใน ๑ นาทีจะมีเลือด ๑๕๐–๒๒๕ ซี.ซี. ไหลเข้าสู่ coronary vessles ดังนั้นโลหิตที่ออกจากหัวใจคร่าว ๆ ประมาณ ๓–๔ ลิตร

ต่อ ๑ นาที นี่หมายความว่าประมาณ ๕ เปอร์เซนต์ของเลือดที่ออกจากหัวใจไหลเข้าสู่ coronary artery โลหิตนี้ไหลกลับเข้าสู่หัวใจทาง coronary sinuses ฯลฯ ซึ่งเปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาโดยตรง coronary vessles นี้นำอาหารและอ๊อกซิเจน ไปเลี้ยง tissue ของหัวใจ และนำของเสียกลับคืนสู่หัวใจ ถ้าการไหลเวียนของโลหิตตามนี้ถูกรบกวน หัวใจจะทำงานไม่เป็นไปตามปกติ

มีผู้คำนวนว่าในบุคคลที่สูงปานกลาง เฉลี่ยทั่ว ๆ ไปถ้าจะให้โลหิตไหลจากหัวใจห้องซ้ายล่างจนถึงหัวใจห้องบนขวา หรือครบรอบวงจรของมันจะต้องการเวลา ๒๓ นาที และโลหิตจากหัวใจห้องบนขวาจะต้องไปสู่ปอดก่อนที่จะเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย และทั้ง ๒ วงจรนี้จะติดต่อกันไปเรื่อย ๆ

หัวใจ ซึ่งเป็นต้นเหตุหรือศูนย์กลางของวงจรของโลหิต ประกอบไปด้วย ๔ ห้อง ๆ บน ๒ ห้องมีผนังบาง ๒ ห้องล่างผนังหนากว่า หรือแบ่งอีกอย่างหนึ่งว่ามี ๒ ซีกขวาและซ้าย ผนังที่กั้นระหว่างซีกทั้ง ๒ เรียก septum ดังนั้นซีกขวาจึงมี ๒ ห้อง คือห้องบนและล่าง ห้องบนขวาบางทีเรียก Right atrium ซึ่งมีทางเปิด ๓ ทาง คือทางเปิดเข้าของ superior และ inferior vena cava และอีกช่องหนึ่ง คือเปิดติดต่อกับห้องล่างขวา ทางเปิดอันนี้บางทีเรียกว่า Atrioventricular orifice และตอนนี้มีลิ้นสำหรับปิดเปิดเรียก tricuspid valve ส่วนห้องล่างขวาบางทีเรียกว่า right ventricle มีทางเปิดไปสู่ pulmonary artery ระหว่างช่องเปิดนี้มีลิ้นเรียกว่า pulmonary valve หรือ semmilunar valve ส่วนซีกซ้ายของหัวใจห้องบนซ้ายเรียกว่า left atrium ห้องล่างซ้ายเรียก left ventricle ห้องบนซ้ายมีทางเปิดเข้าและออก ๕ ช่องด้วยกัน คือทางเปิดสำหรับ pulmonary vein ๔ ช่อง และทางเปิดติดต่อกับห้องล่างซ้าย ๑ ช่อง ซึ่งเรียกช่องเปิดตอนนี้ว่า atrioventricular orifice เหมือนกัน และมีลิ้นคอยปิดเปิดเรียกว่า Bicuspid valve และห้องล่างซ้ายมีช่องเปิด ๑ ช่องสำหรับเปิดเข้าสู่ aorta ตอนนี้มีลิ้นเรียก aortic valve ที่คอยปิดเปิด

หัวใจทำหน้าที่คล้ายเครื่องสูบน้ำ แต่สูบโลหิตให้ออกจากหัวใจ เพราะผนังของหัวใจห้องบนและห้องล่างนั้น ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเมื่อมันหดตัวจะทำให้ช่องว่างภายในหัวใจแคบเข้า บีบให้โลหิตที่มีอยู่ให้ไปสู่เส้นโลหิต

การหดตัวของหัวใจขั้นแรกนั้นตั้งต้นที่ฐานของ Superior vena cava ตอนที่เปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา ตรงจุดนี้เราเรียกว่า sinuatrial node (S–A node) จากจุดนี้กระแสร์ของการหดตัวจะกระจายไปตามกล้ามเนื้อที่มันติดต่อ มีลักษณะคล้ายคลื่นทำให้หัวใจห้องบนทั้ง ๒ ห้องหดตัวพร้อมๆ กัน ไล่โลหิตที่อยู่ภายในให้ลงไปห้องล่าง ตอนนี้การหดตัวของกล้ามเนื้อจะกระจายไปทั่วห้องล่าง ทำให้ทั้ง ๒ ห้องหดตัวพร้อมๆ กันไล่โลหิตให้เข้าไปในเส้นโลหิต การหดตัวของกล้ามเนื้อที่ติดต่อกันไปคล้ายคลื่นนี้เราเรียกว่าคลื่นของการหดตัว

คลื่นของการหดตัวของกล้ามเนื้อนี้ จะเกิดได้จากการที่มีการกระตุ้นจากจุดใดจุดหนึ่งของกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อเกิดหดตัวขึ้นเฉพาะแห่งก่อน ตอนหลังจะกระจายออกไปจนทั่วกล้ามเนื้อนั้น โดยเหตุนี้การหดตัวของกล้ามเนื้อถ้าเกิดขึ้นที่ S–A node จะทำให้ผนังของกล้ามเนื้อห้องบนหดตัวได้เพราะมันอยู่ติดต่อกัน แต่มีคำถามเกิดขึ้นว่าทำไมคลื่นของการหดตัวนี้ติดต่อไปยังห้องล่างได้ เพราะห้องล่างไม่ได้ติดต่อกับห้องบน คำตอบก็คือว่าเพราะมี atrioventricular node ติดต่ออยู่ระหว่างห้องล่างและห้องบน node นี้อยู่ใกล้ๆ กับทางเปิดระหว่างห้องบนกับห้องล่างซ้าย บางทีเรียกว่า A–V bundle ซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสร์ประสาท ช่วยนำคลื่นของการหดตัวผ่านไปสู่ห้องล่าง และผ่านไปถึงช่องเปิดของ pulmonary artery และ aorta ด้วย

Heart block เป็นอาการที่มักพบในโรคที่เส้นโลหิตแข็งตัว (arteriosclerosis), Chronic myocarditis ซีฟิลิส ฯลฯ หรือรับประทานยา digitalis มากเกินขนาด อาการนี้ค้นพบว่าเกิดมาจาก A–V node และ bundle ของมันได้เป็นอันตรายลง ไม่สามารถนำกระแสร์ประสาทจากห้องบนไปห้องล่างได้ ดังนั้นการหดตัวของกล้ามเนื้อจึงเกิดขึ้นเฉพาะห้องบน ส่วนห้องล่างนั้นทำงานช้าลง คือประมาณ ๓๐–๔๐ ครั้งต่อ ๑ นาที ดังนั้นชีพจรที่เกิดขึ้นนั้นโดยมาจากการหดตัวของหัวใจห้องล่าง จึงลดลงประมาณ ๓๐–๔๐ ครั้งต่อ ๑ นาที อาการนี้เราเรียกว่า heart block

Cardiac cycle หรือวงจรการบีบตัวและการขยายตัวของหัวใจแบ่งออกเป็น ๓ ระยะ (๑) ระยะที่หดตัวเรียก systole (๒) ระยะที่ขยายตัวเรียก diastole (๓) ระยะพัก เฉลี่ย

แล้วอัตราการเต้นของหัวใจของคนที่กำลังพักผ่อน จะเป็น ๗๐-๗๒ ครั้ง ต่อ ๑ นาที ถ้าเราคิดคำนวนว่าอัตราชีพจร ๗๐-๗๒ ครั้งต่อ ๑ นาที ต้องการเวลา ๐.๘+วินาที หรือถ้าเวลาครึ่งหนึ่ง คือ ๐.๔ วินาที จะเป็นเวลา ๑/๔ ของระยะหนึ่งเท่านั้น และถ้าหัวใจทำงานหรือเต้นเร็วขึ้น จะทำให้ระยะพักสั้นลง

	Systole	Diastole	
หัวใจห้องบน	0.1 วินาที	0.7 วินาที	0.8^{+} วินาที
หัวใจห้องล่าง	0.3 ”	” 0.5	0.8 + วินาที
	0.4		

Systole หรือระยะที่หัวใจหดตัว ตั้งต้นจากช่องเปิดของ vein ผ่านไปตามห้องบนของหัวใจ แล้วภายหลังไปหยุดที่วงแหวนรอบ ๆ atrioventricular opening ครู่หนึ่งแล้วต่อไปจะไปตามห้องล่าง

หัวใจหดตัวแต่ละครั้งจะบีบโลหิตจากห้องล่างซ้ายเข้าสู่ aorta ประมาณ ๗๐ ซี.ซี. (คนกำลังพักผ่อน) จำนวนของเลือดนี้บางทีเรียก stroke volume และจำนวนโลหิตที่ออกจากหัวใจห้องล่างขวาเข้าสู่ pulmonary artery จะมีจำนวนเท่ากันด้วย ดังนั้นโลหิตทั้งหมดที่ออกจากหัวใจ เมื่อหัวใจบีบตัวครั้งหนึ่ง ๆ เป็น ๑๔๐ ซี.ซี. และถ้าอัตราของชีพจรเป็น ๗๐ จำนวนโลหิตจะออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย เป็น ๔.๙ ลิตร (๗๐×๗๐) ต่อ ๑ นาที เพราะฉะนั้นบางทีก็เรียกจำนวนของเลือดนี้ว่า Minute volume จำนวนนี้จะเท่ากับ โลหิตที่ออกจากหัวใจห้องล่างขวา เพราะฉะนั้นจำนวนโลหิตที่ออกจากหัวใจทั้งหมดเป็น ๙.๘ ลิตร ต่อ ๑ นาที การที่ลดหรือเพิ่ม stroke volume และเพิ่มอัตราของชีพจร หรือเพิ่มทั้ง ๒ จะทำให้จำนวนโลหิตที่ออกจากหัวใจใน ๑ นาที เพิ่มหรือลดก็ได้

เสียงของหัวใจและ murmurs ถ้าเอาหูวางบนหน้าอกตรงบริเวณหัวใจ จะได้ยินเสียงของหัวใจเต้นเป็นระยะ ๆ สม่ำเสมอกัน แต่ละครั้งของหัวใจเต้นจะมีเป็น ๒ เสียง เสียง

แรกค่อนข้างยาวและเป็นเสียงทุ้ม เสียงที่ ๒ สั้นกว่าและค่อนข้างแหลม เสียงทั้ง ๒ นี้ฟังคล้าย ลับ ดัพ เสียงแรกเนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อและการปิดของ atrioventricular valve เสียงที่ ๒ เกิดจากการปิด semilunar valve ในโรคหัวใจบางอย่าง เสียงของหัวใจนี้จะได้ยินผิดไปจากธรรมดา ที่เราเรียกว่า murmurs ซึ่งเนื่องมาจากลิ้นของหัวใจทำงานไม่เป็นไปตามปกติ ทำให้มีการไหลกลับของโลหิต

สาเหตุของการเต้นของหัวใจ สาเหตุที่แท้จริงยังไม่ประจักษ์ โดยทั่ว ๆ ไปเชื่อว่าเกิดจากทฤษฎีของกล้ามเนื้อ (myogenic theory) นั่นหมายถึงหน้าที่ของประสาทที่อยู่ในกล้ามเนื้อของหัวใจเอง ที่ช่วยการทำงานและการหดตัวนั้นให้เกิดขึ้น และนอกจากนี้การกระตุ้นเซลล์ของกล้ามเนื้อเกิดจากสาร เคมี พวกอนินทรีย์สาร ที่มีอยู่ในโลหิตเช่นพวกแคลเซี่ยม โซเดียม โปแตสเซี่ยม ซึ่งตามธรรมดาเป็นส่วนประกอบของเลือด เมื่อพูดมาถึงตอนนี้ก็มีคำถามเกิดขึ้นว่า เมื่อมีสิ่งเหล่านี้อยู่ในโลหิตตลอดเวลาทำไมไม่มีการหดตัวของหัวใจอยู่ตลอดเวลาเล่า คำตอบก็คือว่าเพราะปฏิกริยาที่เกิดจากสารพวกแคลเซี่ยมนั้นมักจะตรงกันข้ามกับพวกโซเดียมและโปแตสเซี่ยม เช่นแคลเซี่ยมทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อโซเดียมและโปแตสเซี่ยมทำให้มีการขยายตัว ดังนั้นลักษณะการหดตัวและขยายตัวของหัวใจซึ่งเป็นไปอย่างสลับกันนั้นก็เนื่องมาจากพวกเกลือแร่เหล่านี้ และกล้ามเนื้อของหัวใจเอง

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

Automaticity อัตตโนมัติ กล้ามเนื้อของหัวใจมีคุณภาพพิเศษในการทำงานได้โดยอัตตโนมัติ คือหมายความว่าสิ่งที่จะมากระตุ้นการทำงานของมันเกิดขึ้นจากภายในตัวของมันเอง ทั้งนี้อาจจะแสดงให้เห็นโดยการผ่ากบแล้วตัดเอาหัวใจกบออกมาจะเห็นว่าภายหลังที่ตัดแยกเอาหัวใจออกมาแล้วหัวใจจะยังคงทำการบีบตัวอยู่อีกนาน และถ้าเรารักษาให้มันชุ่มชื้นโดยการหยอด Ringer's solution ไว้เสมอจะทำให้มันทำงานได้เป็นชั่วโมง ๆ การกระตุ้นหัวใจก็แล้วแต่ตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผลการทำงานของหัวใจแตกต่างกันไป คือถ้ากระตุ้นบางแห่งจะทำให้หัวใจเต้นเร็ว บางแห่งช้ากว่า เช่นการกระตุ้นที่ S-A node จะทำให้หัวใจเต้นเร็วที่สุด และจากจุดนี้คลื่นหรือกระแสของการหดตัวจะกระจายไปตามกล้ามเนื้อที่ประกอบเป็นผนังของหัวใจห้องบน จนถึง A-V node จากนี้ก็จะไปตาม atrioventricular

bundle จนถึงผนังของหัวใจห้องล่าง

ประสาทที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ ถึงแม้ว่าหัวใจจะทำงานได้โดยอัตโนมัติและเป็นจังหวะสม่ำเสมอกัน แต่ต้องอาศัยประสาท ๒ พวก ที่คอยควบคุมการทำงานให้ติดต่อกันไปเรื่อย ๆ อย่างปกติ และควบคุมจำนวนของเลือดที่จะเข้าและออกจากหัวใจ ประสาททั้ง ๒ พวกนั้นมี (๑) พวก parasympathetic หรือ craniosacral system ที่คอยควบคุมหรือรั้งให้หัวใจทำงานช้าลง พวกนี้มาจากศูนย์กลางของมันที่ชื่อว่า inhibitory center ซึ่งอยู่ใน medulla และออกมาตาม vagus nerve มาสู่หัวใจ (๒) พวกที่เร่งการทำงานของหัวใจ พวกนี้มาตาม superior และ middle, inferior cardiac accelerator และพวก visceral branches ของเส้นประสาทที่ออกมาจากไขสันหลังตอนหน้าอก ๕ คู่แรก พวกนี้เป็น sympathetic หรือ thoracolumbar system ซึ่งศูนย์กลางของมันก็อยู่ใน medulla เหมือนกัน แต่เพราะเหตุใดประสาทเหล่านี้จึงไปควบคุมการทำงานของหัวใจนั้นยังไม่ทราบแน่นอน แต่โดยทั่ว ๆ ไปรู้แต่ว่าประสาททั้ง ๒ พวกทำงานตรงกันข้าม คือพวกหนึ่งพยายามให้หัวใจทำงานช้าลง อีกพวกหนึ่งให้หัวใจทำงานเร็วขึ้น ถ้า inhibitory center ถูกกระตุ้นมากหัวใจจะทำงานช้าลงเรื่อย ๆ และถ้าศูนย์กลางการทำงานนี้ถูกกด อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น เพราะเหมือนกับไม่มีประสาทที่ควบคุมให้มันทำงานช้าลง และการกระตุ้นประสาทที่เร่งการทำงานของหัวใจทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้นด้วย แต่การตัดประสาทนี้จะทำให้หัวใจเต้นช้าลง

การเปลี่ยนความดันของโลหิต และส่วนประกอบทางเคมีของเลือดใน caratid sinuses จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับ tone (การตึงตัว) ของศูนย์กลางการทำงานของหัวใจใน medulla Caratid sinuses เป็นส่วนของ internal carotid artery ที่โป่งออกเล็กน้อยตรงทางแยกของ caratid ที่จะเป็น internal และ external carotid artery

สาเหตุที่ทำให้หัวใจเต้นแรงและเร็ว นั้นมีหลายอย่างเช่น ความดันของโลหิต อารมณ์ต่าง ๆ หรือความตกใจ อุณหภูมิของโลหิต ลักษณะของกล้ามเนื้อของหัวใจหรือ tone การระคายเคือง การหดตัว การนำกระแส นอกจากนี้แล้วแต่ลักษณะของหัวใจ เช่นขนาด เพศ อายุ ท่าที่เป็นอยู่ การออกกำลัง สภาพของเส้นโลหิตและพวก internal secretions ต่าง ๆ

ในคนปกติ อัตราของชีพจรเปลี่ยนแปลงเร็วหรือช้านั้นเกี่ยวกับความกดดันของโลหิตในเส้นโลหิตแดง (Marey's reflex หรือ aortic reflex) นั่นคือถ้าความดันของโลหิตในเส้นโลหิตแดงสูงขึ้น จะทำให้การเต้นของชีพจรช้าลง และถ้าความดันของโลหิตในเส้นโลหิตแดงลดลง ชีพจรจะเต้นเร็วขึ้น อีกนัยหนึ่งคือการเต้นของชีพจรเกี่ยวกับความดันของโลหิตภายในเส้นโลหิตดำโดยตรง (Bainbridge's reflex หรือ right heart reflex) นั่นคือ ถ้าความดันของโลหิตที่เข้าสู่หัวใจห้องบนขวาแรงขึ้นจะทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น

ชีพจรมีการเปลี่ยนแปลงตามความรู้สึก โดยเฉพาะถ้ามีการตื่นเต้น ดีใจ หรือตกใจ นอกจากนี้หัวใจยังทำงานไปตามการทำงานของอวัยวะภายในอื่น ๆ เช่น ภายหลังการรับประทานอาหารหัวใจอาจจะเต้นแรงและเร็ว

จากการทดลองกับหัวใจสัตว์พบว่า ถ้าอุณหภูมิของเลือดสูงหรือต่ำกว่าปกติจะทำให้หัวใจเต้นผิดจากปกติด้วย ถ้าของเหลวที่ไหลเข้าสู่หัวใจมีความร้อนสูง หัวใจจะเต้นเร็วขึ้น และถ้าให้ความร้อนขึ้นถึง ๔๔ องศา เซนติเกรด (๑๑๑ องศา ฟาเรนไฮต์) หัวใจจะหยุดเต้นทันที โดยเหตุนี้ในรายที่มีไข้ การที่หัวใจเต้นเร็วนั้นเนื่องจากโลหิตที่ไหลเข้าสู่หัวใจมีความร้อนสูง หรือในทางตรงข้ามถ้าของเหลวที่ใช้ทดลองในการใส่ในหัวใจสัตว์นั้นมีความเย็นมาก การเต้นของหัวใจจะช้าลง และถ้าให้เย็นถึง ๑๗ องศา เซนติเกรด (๖๒ องศาฟาเรนไฮต์) หัวใจจะหยุดทำงานทันที

การที่มีการระคายเคืองหรือมีการหดตัวของกล้ามเนื้อของหัวใจ หรือปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ผ่าน จะทำให้ tone ของกล้ามเนื้อที่มีอยู่ตามธรรมดานั้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นเหตุให้การเต้นของหัวใจอาจจะเร็วหรือช้าลงก็ได้

ในสัตว์ทั้งหลายทั้งสัตว์ใหญ่และเล็ก อัตราการเต้นของหัวใจมักจะตรงข้ามกับขนาดของหัวใจ เช่นหัวใจของช้างจะเต้นประมาณ ๒๕ ครั้ง ต่อ ๑ นาที ของหนูประมาณ ๗๐๐ ครั้ง ต่อ ๑ นาที โดยทั่ว ๆ ไปกล่าวว่าสัตว์ยิ่งตัวเล็กลง tissue ของมันยิ่งต้องการออกซิเจนเข้าไปเลี้ยงบ่อย ๆ โดยเหตุนี้หัวใจของมันจึงต้องเต้นเร็วขึ้น

ส่วนในมนุษย์นั้นบางทีหัวใจผู้หญิงก็เต้นเร็วกว่าหัวใจของผู้ชาย อัตราการเต้นของหัวใจทารกเพศหญิงที่อยู่ในครรภ์ประมาณ ๑๔๐–๑๔๕ ครั้ง ต่อ ๑ นาที ส่วนทารกชาย

ประมาณ ๑๓๐–๑๓๕ ครั้ง

อายุก็มีความสำคัญมาก ถ้าเมื่อคลอดอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ ๑๔๐ ครั้ง ต่อ ๑ นาที เมื่ออายุ ๓ ขวบ จะเต้นประมาณ ๑๐๐ ครั้ง ต่อ ๑ นาที และในวัยรุ่น ๘๐ ครั้ง ต่อ ๑ นาที ในวัยหนุ่มสาว ๗๕ ครั้ง คนแก่ประมาณ ๗๐ ครั้ง และต่อจากนั้น ประมาณ ๗๐–๘๐ ครั้ง ต่อ ๑ นาที

ท่าที่ของการทรงตัว ก็มีความสำคัญในอัตราการเต้นของหัวใจ เช่นถ้ายืนจะเต้น ๘๐ ครั้ง ต่อ ๑ นาที นั่ง ๗๐ และนอน ๖๖ ถ้าให้นอนนิ่ง ๆ หัวใจจะได้พักผ่อนและทำงานน้อยลง นี่เป็นเหตุผลว่าในโรคหัวใจต้องให้คนไข้นอนพักนิ่ง ๆ

การออกกำลังทำให้หัวใจทำงานมากขึ้น และจะเต้นเร็วขึ้นทั้งนี้เนื่องจาก (๑) Cardioinhibitory center ที่อยู่ใน medulla ถูกกดโดย motor impulse จากส่วนหน้าของสมองไปยังกล้ามเนื้อ (๒) ทำให้มีการกระตุ้นที่ศูนย์กลางการเร่งการทำงานของหัวใจ (๓) มีการขับ adrenalin และฮอโมนอื่น ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งไปช่วยเร่งการทำงานของหัวใจ (๔) ทำให้อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้น (๕) เส้นโลหิตดำมีการบีบตัวมากดันโลหิตภายในให้เข้าสู่หัวใจมาก ดังนั้นหัวใจข้างขวาจะเต้นเร็วขึ้น ฉะนั้นการเพิ่มความดันในเส้นโลหิตดำนี้ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น

พวก internal secretion ต่าง ๆ ทำให้หัวใจเต้นเร็วและแรงด้วย สารพวกที่ทำให้ชีพจรเต้นเร็วเช่น Thyroxine โดยเหตุนี้ถ้ามีการผ่าตัดเอาต่อมไธรอยด์บางส่วนออก จะทำให้หัวใจเต้นช้าลง พวก epinephrine ที่ได้มาจากต่อมหมวกไต จะเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจให้เต้นเร็วและแรง นอกจากนี้มีฮอร์โมนของตับอ่อน ตับ และพวกกล้ามเนื้อไม่มีลายอื่น ๆ จะมีผลเปลี่ยนแปลงการทำงานของหัวใจทั้งทางตรงและทางอ้อม

สาเหตุที่ช่วยในการไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย

การไหลเวียนของโลหิตไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ในคนที่มีสุขภาพดีมักเป็นไปอย่างสมบูรณ์ แล้วแต่ความต้องการของอวัยวะต่าง ๆ เช่นเมื่ออวัยวะที่ช่วยย่อยอาหารกำลังทำงาน มันต้องการโลหิตมาเลี้ยงเพิ่มขึ้น โดยเหตุนี้จึงต้องอาศัยโลหิตมาจากทางใดทางหนึ่งหรือ ๒ ทาง คือให้โลหิตไปสู่อวัยวะอื่นในขณะนั้นลดลง หรือให้หัวใจทำงานมาก

ขึ้นหรือเต้นเร็วขึ้น จะได้สูบฉีดโลหิตออกจากหัวใจมากขึ้น นอกจากนี้โลหิตที่ไปสู่อวัยวะภายในนั้นมากขึ้นหรือน้อยลงอาจจะเป็นเพราะเหตุนี้คือ ถ้าผิวหนังได้รับความร้อนมาก เส้นโลหิตแดงเล็ก ๆ ที่นำโลหิตไปสู่ผิวหนังจะขยายตัว และโลหิตจะไหลไปสู่บริเวณผิวหนังมาก ซึ่งเป็นการช่วยระบายความร้อน และควบคุมระดับอุณหภูมิของร่างกายด้วย และถ้าผิวหนังได้รับความเย็น ทำให้เส้นโลหิตที่ไปสู่ผิวหนังหดตัว โลหิตไปเลี้ยงน้อยลงผิวหนังจะซีด โลหิตไปสู่อวัยวะภายในมาก จำนวนโลหิตที่ไปเลี้ยงสมองนั้นก็แล้วแต่ความรู้สึกนึกคิดและอารมณ์ด้วย ตลอดเวลาที่นอนหลับโลหิตจะไปเลี้ยงสมองน้อยลง จึงทำให้โลหิตไปสู่กล้ามเนื้อและผิวหนังมากขึ้น

ตามธรรมดาเส้นโลหิตนี้จะรักษา tone ของมันคือความพอดี ระหว่างการหดตัวและการขยายตัว การที่โลหิตจะไปเลี้ยงอวัยวะใดมากหรือน้อยนั้นแล้วแต่ tone ของเส้นโลหิต และ tone จะทำงานตามปกติก็ต้องอาศัยสิ่งที่ช่วยเหลือดังนี้คือ (๑) เส้นประสาทพวก vasomotor (๒) พวกสารเคมีที่มีอยู่ในโลหิต

(๑) เส้นประสาทพวก vasomotor ประกอบไปด้วยประสาท ๒ พวกที่ทำงานตรงกันข้าม คือพวกที่ทำให้กล้ามเนื้อที่เป็นผนังของเส้นโลหิตหดตัวและเล็กลง โลหิตจะไหลแรงขึ้น พวกนี้เรียกว่า vasoconstrictors อีกพวกหนึ่งคือ vasodilators เป็นพวกที่ทำให้เส้นโลหิตขยายตัว ทำให้โลหิตไหลช้าลง

(๒) สารเคมีเช่น พวกกรด lactic คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาที่กล้ามเนื้อทำงาน อาจจะทำให้ tone ของเส้นโลหิตในบริเวณนั้นน้อยลง จึงทำให้เส้นโลหิตในบริเวณนั้นขยายทำให้โลหิตมาสู่บริเวณนั้นมาก และกรดที่มีอยู่ในเส้นโลหิตขณะนั้น จะไปตามเส้นโลหิตไปกระตุ้นศูนย์กลางของ vasoconstrictor ทำให้ tone ของเส้นเลือดในร่างกายส่วนอื่น ๆ เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ก็มีพวก ฮอร์โมน เช่น epinephrine และ pituitrin ก็ทำให้เกิดการหดตัวของเส้นเลือดด้วย

พวก Epinephrine และ digitalis ใช้เป็นยาที่ทำให้เส้นโลหิตหดตัวส่วนพวก amyl nitrite ใช้ดมทำให้เส้นโลหิตขยายตัว โดยเฉพาะใช้บันเทาในโรค angina pectoris ได้เร็ว

ในสมัยก่อนเคยเข้าใจว่า เส้นโลหิตแดงเท่านั้นที่สามารถจะหดและขยายตัวได้ แต่ในสมัยนี้มีผู้ยืนยันว่า เส้นโลหิตทั้งหมดไม่ว่าเส้นโลหิตดำหรือเส้นโลหิตฝอยก็หดตัวและขยายตัวได้เหมือนกัน

ในคนไข้พวกศัลยกรรมที่มีการช็อคนั้น สาเหตุมาจากการไหลเวียนของโลหิตในร่างกาย ที่เส้นโลหิตฝอยทั้งหลายขยายตัว โลหิตไปสู่บริเวณนั้นมากทำให้ความดันของโลหิตในเส้นโลหิตแดงลดลง โลหิตไปเลี้ยงอวัยวะที่สำคัญน้อยลง ชีพจรจะเต้นเบาและเร็ว หายใจเร็วส่วนสาเหตุที่ทำให้เส้นโลหิตฝอยขยายตัวนั้น เนื่องจากมีสารพวก histamine ในโลหิตมาก histamine นี้มาจาก tissues พวกที่ได้รับบาดเจ็บหรือเป็นอันตราย

สาเหตุที่ช่วยรักษาการไหลเวียนของโลหิตในเส้นโลหิตแดง เนื่องจากในขณะที่หัวใจบีบตัวโลหิตไหลจากห้องล่างเข้าสู่ arteries นั้น เส้นโลหิตจะเต็มไปด้วยโลหิต เส้นโลหิตจะขยายตัวเพื่อรับโลหิตเหล่านี้ ระยะนี้เป็นระยะที่ตรงกับหัวใจบีบตัว systole และเมื่อโลหิตไหลผ่านไปแล้วเส้นโลหิตจะกลับคืนเข้าสู่สภาพเดิม เพราะมันสามารถจะยืดหยุ่นได้ และแรงดันของโลหิตที่ถูกผนังของเส้นโลหิตนี้ จะแรงพอที่ทำให้โลหิตเข้าไปสู่เส้นโลหิตฝอย การทำงานนี้ต้องให้ทันกับเวลาที่เส้นโลหิตจะอยู่ในสภาพปกติอีกทีหนึ่ง เมื่อหัวใจขยายตัว (diastole) หน้าที่ของเส้นโลหิตแดงไม่เพียงแต่เป็นทางเดินของโลหิตเท่านั้น แต่ช่วยหัวใจในการทำให้เกิดแรงดันโลหิตเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยด้วย

การขยายตัวและการยืดหยุ่นของเส้นโลหิตแดง เปลี่ยนแปลงแล้วแต่สุขภาพและอายุของบุคคล บางทีก็เนื่องมาจากการเป็นโรค แต่โดยมากเกี่ยวกับอายุ ถ้าผนังของเส้นโลหิตแดงจะยืดหยุ่นได้น้อย ทำให้ทำงานไม่ได้ตามปกติ เรียกอาการนั้นว่า เส้นโลหิตแข็งตัว (arterioleslerosis)

สิ่งต้านทานภายนอกที่เกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหิต เป็นหน้าที่ของประสาทพวก vasomotor ซึ่ง ที่จะทำให้เส้นโลหิตแดงเล็ก ๆ สามารถนำโลหิตได้มากหรือน้อย ในการที่จะไปสู่อวัยวะต่าง ๆ ตามความต้องการของอวัยวะนั้น ๆ การยืดหยุ่นของเส้นโลหิตช่วยในการทำงานของหัวใจที่จะบีบตัวและขยายตัว ถ้าหัวใจทำงานตามปกติแล้ว โลหิตจะไหลเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยสม่ำเสมอกัน และเส้นโลหิตแดงใหญ่พยายามทำที่สำหรับโลหิตจะส่ง

เข้าสู่เส้นโลหิตฝอย ได้ในเวลาที่หัวใจกำลังขยายตัว การส่งโลหิตไปให้เพียงพอกับความต้องการของอวัยวะต่าง ๆ นั้น ก็ต้องแล้วแต่หน้าที่ของ autonomic nervous system และสารเคมีที่เกิดขึ้นเฉพาะแห่ง เช่นคาร์บอนไดอ็อกไซด์ (โดยการควบคุมขนาดของเส้นโลหิต) ถ้าโลหิตมากก็ต้องการที่มาก เส้นโลหิตจะขยายตัว และถ้าโลหิตมีจำนวนน้อยเส้นโลหิตจะหดตัว

(รูปที่ ๑๗๘)

(แผนผังแสดงการแตกต่างกันของอัตราการไหลของโลหิตในเส้นโลหิต เส้นโลหิตที่แยกออกเป็น ๒ แขนง แขนงที่แยกออกไปจะไหลช้ากว่าเส้นใหญ่ที่แยกออกมาเพราะเนื้อที่ตามขวางของเส้นโลหิตฝอย ถ้าเอามารวมกันจะมากกว่าเนื้อที่ตามขวางของเส้นโลหิตแดงและดำ)

กรมศิลปากร

สาเหตุที่ช่วยรักษาการไหลเวียนของโลหิตภายในเส้น vein การที่หัวใจสูบฉีดโลหิตให้ออกจากหัวใจเพื่อเข้าสู่เส้นโลหิตนั้น ไม่หมายความว่าจะฉีดออกจนหมดเลยทีเดียว โลหิตจะไหลกลับเข้าในหัวใจได้นิดหนึ่งเสมอ และการที่มีลิ้นของหัวใจจะทำให้โลหิตไหลออกจากหัวใจได้ทางเดียว การไหลกลับของโลหิตนั้นเนื่องจาก (๑) เพราะหัวใจห้องบนว่าง และในขณะเดียวกันหัวใจห้องล่างขยายตัว โดยเหตุนี้มันจึงทำหน้าที่เหมือนเครื่องสูบและสามารถดูดเอาโลหิตเข้ามาได้ (๒) เนื่องจากหัวใจและปอดเคลื่อนไหว ซึ่งมีการไปปะทะกับผนังที่บางของ vein ในช่องอกและช่องท้อง (๓) การหดตัวของโครงสร้างและ

อวัยวะภายในที่เป็นกล้ามเนื้อจะทำหน้าที่บีบเส้น vein ด้วย และภายใน vein มีลิ้นช่วยอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้โลหิตไหลกลับเข้าสู่หัวใจ

ความเร็วของโลหิตที่ไหลในเส้นโลหิต ในเส้นโลหิตแดงใหญ่โลหิตจะไหลเร็ว แต่ในเส้นโลหิตฝอยโลหิตจะไหลช้ามาก ในเส้นโลหิตดำที่มีขนาดใหญ่เท่ากับ aorta แต่โลหิตที่ไหลภายในจะไหลไม่เร็วเหมือนกับ aorta ที่สำคัญให้จำไว้ว่า กระแสโลหิตจะวิ่งเร็วที่สุดก็ในเส้นเดียวที่ไม่แยกแขนงออกไปมาก หรือมีแขนงอื่นมาตัด หรือถ้าแยกแยะออกไปหรือมีแขนงอื่นมาตัดมากก็ยิ่งไหลช้าลง

เมื่อเส้นโลหิตแยกแขนงเล็ก ๆ ออกไป ถ้าเอาเนื้อที่ ๆ ตัดตามขวางของเส้นโลหิตที่เป็นแขนงเล็ก ๆ มารวมกันจะกว้างกว่าเนื้อที่ตามขวางของเส้นโลหิตใหญ่ที่มันแยกออกมา จะเห็นว่าความเร็วของกระแสโลหิตในเส้นโลหิตแดงจะลดลงเมื่อมันแยกไปตามแขนงเล็ก ๆ น้อย ๆ แต่ส่วนเส้นโลหิตดำนั้น ความเร็วของมันจะเพิ่มขึ้น ถ้ามันยิ่งรวมกันเป็นแขนงใหญ่ เหตุผลข้อหนึ่งที่ว่าความเร็วของกระแสโลหิตที่ไหลภายใน เส้นโลหิตดำใหญ่จะไม่เท่ากับในเส้นโลหิตแดงใหญ่เพราะว่า เนื้อที่ตามขวางของ vena cava จะโตกว่า aorta และภายในมีลิ้น การแลกเปลี่ยนสารระหว่างโลหิตและเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายจะเกิดที่เส้นโลหิตฝอย (เพราะผนังของเส้นโลหิตดำ และแดงจะหนาเกินไปทำให้อนุภาคของสารกระจายแทรกผ่านไปไม่ได้) ดังนั้นโลหิตจึงไหลผ่านโลหิตฝอยช้าและมีอยู่อย่างสม่ำเสมอ

ชีพจร เกิดจากการหดตัวและขยายตัวของเส้นโลหิตแดง เมื่อเอามือวางบนเส้นโลหิตแดงที่ผ่านออกมาผิว ๆ และพาดบนกระดูกแขนหรือขา จะรู้สึกว่ามันเต้นและการเต้นนี้มีจำนวนเท่ากับการเต้นของหัวใจ ในเส้นโลหิตแดงบางเส้นอาจจะมองเห็นการเต้นของชีพจรได้ด้วยตา และถ้าเอานิ้วมือวางบนเส้นโลหิตดำ จะเห็นว่าเบามากกว่า แต่ตามธรรมดาทั่ว ๆ ไป จะไม่รู้สึกโดยจับหรือเห็นชีพจรจากเส้นโลหิตดำเลย

แต่ละครั้งที่เส้นโลหิตแดงขยายตัว เกิดขึ้นจากการหดตัวของหัวใจ ถ้าจับชีพจรที่เส้นโลหิตแดง จะพบได้ทุกแห่งที่มันผ่านออกใกล้ ๆ ผิวของร่างกาย จากลักษณะของชีพจรนี้ จะรู้ถึงการทำงานของหัวใจ

เส้นโลหิตแดงทุกเส้นจับชีพจรได้ แต่เราควรเลือกที่ง่ายและสะดวก ที่ที่จะจับชีพจรมี

- ที่ข้อมือทางด้านหน้า ซึ่งเป็น Radial artery
- ที่ขมับข้าง ๆ ตา เป็น Temporal artery
- ที่คางตรงกับมุมปากเป็น external maxillary art. ที่ผ่านไปบนกระดูกขากรรไกรล่าง
- จับไปตามด้านข้างในของ bicep เป็น brachial artery
- ที่หน้าขาหนีบ เป็น femoral art. ที่ผ่านไปบนกระดูกอุ้งเชิงกราน
- ใต้เข่า เป็น popliteal artery
- จับที่หลังเท้า ตรงใกล้ข้อเท้า เป็น dorsalis pedis

สิ่งที่ควรสังเกตเมื่อจับชีพจร คือ

(๑) จำนวนครั้งของการเต้นใน ๑ นาที จำนวนนี้จะมีต่างกัน แล้วแต่วัย เพศ ฯลฯ และระยะที่ห่างกันของการเต้นครั้งหนึ่ง ๆ ควรจะสม่ำเสมอกัน ถ้าชีพจรเต้นไม่เท่ากันใน ๑ นาที หรือระยะถี่ห่างไม่เท่ากันก็ได้ ซึ่งเราเรียกว่า Intermittent

(๒) ความแรง (force) ของการเต้นของหัวใจ ซึ่งแต่ละครั้งที่เต้นจะแรงเท่า ๆ กัน ถ้าไม่เท่ากันก็แสดงว่ากล้ามเนื้อของหัวใจหรือเส้นโลหิตแดงไม่มี tone ตามที่เราทราบกันนั้น การเต้นของหัวใจฟังดูจะมี ๒ เสียง ดังนั้นชีพจรที่จับจะมีหนักเบาสลับกันเป็นคู่ ๆ อันที่ ๒ จะเบากว่าอันที่ ๑ ซึ่งเราเรียกว่า dicrotic pulse เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนถึงชีพจรเรียก sphygmograpy ซึ่งเป็นเครื่องที่ทำกราฟของชีพจร

(๓) ความดัน (tension) รู้สึกได้ด้วยการจับชีพจร ความดันนี้แสดงถึงความดันของโลหิตภายในเส้นโลหิต และการยืดหยุ่นหรือไม่ของผนังของเส้นโลหิตนั้น ชีพจรจะเบาถ้าหากว่าความดันต่ำ และผนังของมันจะยืดหยุ่นได้ซึ่งตรงข้าม ชีพจรจะแรงถ้าความดันสูง และผนังของมันจะแข็ง หนา และโลหิตผ่านได้น้อย

อัตราการเต้นของชีพรร เฉลี่ยแล้วในผู้ชาย ๖๕—๗๐ ในผู้หญิง ๗๐—๘๐ ในคนที่สมบูรณ์ดี อาจจะสูงหรือต่ำกว่าคนธรรมดาก็ได้ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของชีพจร และการหายใจคือ การหายใจ ๑ ครั้ง จะเท่ากับการเต้นของหัวใจ ๔ ครั้ง หรือการหายใจเป็น ๑/๔ เท่าของชีพจร หรือการเต้นของหัวใจ

เบ็นกฎที่ว่า จำนวนการเต้นของหัวใจมักจะตรงข้ามกับความแรงของมัน คือถ้าเต้นเร็วมักจะเบา และช้ามักแรง จะสังเกตได้จากชีพจรที่เต้นช้ามักแรง และถ้าเต้นเร็วมักจะเบา ชีพจรของคนที่มีร่างกายผิดปกติหรือคนที่เบ็นไข้ มักจะเบา และเต้นเร็ว ชีพจรนี้แสดงถึงระยะการเต้นของหัวใจ เพราะฉะนั้นสาเหตุที่ทำให้การเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลงจะทำให้ชีพจรเปลี่ยนแปลงด้วย

ความดันของโลหิต เบ็นความดันของโลหิตที่ปะทะกับผนังของเส้นโลหิต ซึ่งมีทั้งเส้นโลหิตแดง ดำ และเส้นโลหิตฝอย แต่โดยทั่วไปเราหมายถึงความดันที่มีในเส้นโลหิตแดงใหญ่เท่านั้น เส้นนิยมใช้วัดความดันของโลหิตคือ Leftbrachial artery ทางข้างหน้าแขนที่ตรงกับข้อศอก ส่วนเส้นโลหิตดำนั้นเราไม่วัด เพราะเพียงเอามือวางข้างบนมันจะแฟบลงไป ดังนั้นจึงเห็นว่าผนังของเส้นโลหิตแดงแข็งแรงกว่า นี่เบ็นการแสดงให้เห็นความแตกต่างในระหว่างความดันของโลหิตภายในเส้นโลหิตแดงและดำด้วย ถ้าสังเกตดูเมื่อเส้นโลหิตแดงและดำถูกตัด โลหิตที่ออกมาจากเส้นโลหิตแดงนั้นจะพุ่ง ซึ่งแสดงว่ามีความดันสูง ซึ่งตรงข้ามกับเส้นโลหิตดำซึ่งเบา และหมายความว่ามีความดันต่ำ

ความดันของโลหิตที่อยู่ในเส้นโลหิตแดงจะสูงที่สุดในระยะที่หัวใจห้องล่างหดตัว ความดันตอนนี้เราเรียกว่า systolic pressure และเมื่อหัวใจห้องล่างขยายตัวความดันของโลหิตจะลดลงจนถึงขั้นต่ำที่สุดที่จะตั้งต้น systole อันต่อไป ตอนที่มันลดลงต่ำที่สุดนี้เราเรียกว่า Diastolic pressure ความดันในเส้นโลหิตแดงมักจะสูง และขึ้น ๆ ลง ๆ คือถ้าเบ็นเส้นใหญ่จะค่อย ๆ สูงขึ้นกว่าเส้นเล็กที่เบ็นแขนงของมัน เมื่อโลหิตไปถึงเส้นโลหิตฝอย เนื้อที่ของมันจะกว้างกว่าแขนงใหญ่ จึงทำให้โลหิตไหลช้าลง และทำให้ความดันของมันลดลงด้วย ส่วนความดันของโลหิตในเส้นเลือดดำ จะต่ำและสม่ำเสมอกัน และเมื่อเบ็นเส้นเล็กความดันจะสูงกว่าในเส้นใหญ่ เพราะไหลจากเส้นเล็กไปสู่เส้นใหญ่ ความสำคัญของมันก็เพื่อให้โลหิตไหลผ่านไปได้ ถึงแม้จะมีความดันต่ำ

วิธีวัดความดันโลหิต ถ้าจะให้รู้เคร่า ๆ ถึง systolic pressure เราใช้จับชีพจร คือจับที่ radial artery แต่ถ้าเส้นโลหิตเต้นนี้แข็งหรือกดไม่รู้สึก จะแสดงว่าเส้นโลหิตผิดปกติ หรือหมายความว่าความดันของโลหิตที่อยู่ภายในสูง เพราะการจับชีพจรนั้นจะรู้ได้อย่าง

เคร่า ๆ ว่าความดันของโลหิตเป็นอย่างไร

การวัดความดันของ โลหิตที่จะให้ได้ผลที่ แน่นอน นั้นต้อง ใช้เครื่องมือวัดที่ เรียกว่า sphygmomanometer ซึ่งมีหลอดของปรอทและข้าง ๆ นั้นมีตัวเลขแสดงไว้เป็นมิลิเมตรจากหลอดปรอทนี้ติดต่อกับท่อยาง ที่ไปติดต่อกับถุงลมและถุงลมนั้นติดต่อกับลูกยางสูบลมเครื่องมือบางอย่างเรียก aneroid manometer แต่วิธีใช้และผลที่ได้รับก็เหมือนกัน ถุงลมนั้นอยู่ในแผ่นผ้าที่ใช้พันรอบแขน (ข้างบนข้อศอก) หรือเรียกว่าพันรอบ brachial artery โดยการจับชีพจรที่ข้อมือ (เมื่อสูบลมเข้าในถุงหรือเรียกว่ารัดเส้นโลหิตแล้ว) ถ้ารัดมาก ๆ จะถึงจุด ๆ หนึ่งที่จับชีพจรไม่ได้ แล้วเราจึงค่อย ๆ ปล่อยลมออกจากถุงยาง จนจับชีพจรได้ความดันของถุงลมที่ไปดันผนังของเส้นโลหิตแดง จะทำให้ปรอทในหลอดแก้ววิ่งขึ้นไปสูงแล้วเราก็อ่านขีดที่ปรอทวิ่งขึ้นไปสูงที่สุด (ก่อนที่เสียงจะเปลี่ยน) เลขที่อ่านได้เป็น systolic pressure เป็นความดันสูงที่สุดที่หัวใจบีบตัว ให้โลหิตไหลไปดันใน brachial artery ในวิธีการตรวจด้วยการฟัง (auscultation) ที่จะรู้ถึงความดันของโลหิตเราใช้เครื่องฟังหัวใจ (stethoscope) วางบน brachial artery ที่ข้อพับข้อศอกเราจะได้ยินเสียงชีพจร และเมื่อสูบลมเข้าไปตามถุงลมเรื่อย ๆ จนเสียงที่ได้ยินหายไป แล้วเราค่อย ๆ ปล่อยลมออก จนกระทั่งได้ยินเสียงชีพจรอีกครั้ง แล้วอ่านที่มาตราเลขข้างหลอดปรอทจำนวนที่ได้เป็น systolic pressure และถ้าปล่อยลมออกที่ละน้อยนับที่กตัวเลขก่อนที่เสียงสุดท้ายจะหายไป ตัวเลขที่ได้เป็น diastolic pressure ซึ่งเป็นความดันที่ต่ำที่สุด ในขณะที่หัวใจห้องล่างขยายตัว และโลหิตที่ไปดันใน Bracmial artery

ความแรงของชีพจร (pulse pressure) เป็นความที่แตกต่างอยู่ระหว่าง systolic และ diastolic pressure คือว่าถ้า systolic เป็น ๑๑๕ มม. และ diastolic เป็น ๗๕ มม. ความแรงของชีพจรเป็น ๔๐ มม. ความแรงของชีพจรนี้จะแสดงถึง (๑) หัวใจจะสามารถต่อต้านกับสิ่งที่จะมาต้านทานกับมันได้ดีแค่ไหน (๒) มันส่งโลหิตไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ดีแค่ไหน (๓) จะรู้ถึงสภาพของเส้นโลหิตแดงถ้าหากมีการแข็งตัวหรือเกิด arteriosclerosis ความแรงของชีพจรจะสูง ความแรงของชีพจรนี้เปลี่ยนแปลงและอาศัย (๑) กำลังงานของหัวใจ (๒) การยืดหยุ่นของเส้นโลหิต (๓) การต้านทานของผนังของเส้นโลหิต

(๔) จำนวนของโลหิตในร่างกาย

ความดันของโลหิตในเส้นโลหิตฝอย (capillaries pressure) ในคนธรรมดาเมื่อนั่งจะเฉลี่ยประมาณ ๑๒—๑๒ มม. ปรอท และถ้ายืนจะสูงขึ้น แต่ถ้านั่งลงจะยิ่งลดลง

ความดันของโลหิตภายในเส้นโลหิตดำ (venous pressure) ตามปกติ ถ้าคนนอนจะมีประมาณ ๔๐—๖๐ มม. ของน้ำแล้วจะสูงขึ้นเมื่อยืน การที่เพิ่มความสนใจในสิ่งใดจะทำให้ความดันนี้สูงขึ้น ซึ่งหมายถึงการทำงานของกล้ามเนื้อของหัวใจ

ความดันของโลหิตในชายหนุ่มจะมี systolic ประมาณ ๑๑๐—๑๒๐ มม. และ diastolic ๖๕—๘๐ มม. แพทย์บางคนรายงานว่า systolic pressure ในผู้ชายสูงกว่าในผู้หญิง แต่ก็แตกต่างกันแล้วแต่บุคคล ในผู้หญิงถ้า systolic pressure ๑๓๐ และชาย ๑๔๐ นับว่าสูงกว่าธรรมดา และถ้าสูงถึง ๑๕๐ นับว่าเป็นโรคความดันของโลหิตสูง (hypertension) นอกจากนี้แตกต่างกันยังแล้วแต่การใช้สมองและการทำงานหนัก และถ้าเหนื่อยมากจะต่ำลง ความเย็นหรือยาบางชะนิด ฯลฯ ที่ทำให้เส้นโลหิตแดงหดตัว จะทำให้ความดันของโลหิตสูงขึ้น ความร้อนและยาเช่น nitroglycerine จะทำให้เส้นโลหิตขยายตัว และทำให้ความดันของโลหิตต่ำลง

ความดันของโลหิตนี้แล้วแต่กำลังการหดตัวของหัวใจห้องล่างและความยืดหยุ่นของเส้นโลหิตแดง และ tone ของกล้ามเนื้อที่เป็นผนังของมัน และความต้านทานที่อาจจะเกิดขึ้นกับกระแสร์โลหิต สาเหตุเล็ก ๆ น้อย ๆ ก็มีการหายใจที่อาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในช่องอก นอกจากนี้ก็มีจำนวนโลหิตในร่างกายและความถ่วง (gravity) ความถ่วงนี้ จะทำให้ความดันของโลหิตที่อยู่ในเส้นโลหิตที่อยู่ต่ำกว่าหัวใจเพิ่มขึ้น และถ้าอยู่สูงกว่าระดับของหัวใจต่ำลง

ความดันของโลหิตที่อยู่ในเส้นโลหิตดำต่ำ แต่เมื่อยืนขึ้นความดันของโลหิตในเส้นโลหิตดำที่อยู่ที่ขา และเท้าสูงเนื่องจาก gravity ดังนั้นจึงพบว่ามีเส้นโลหิตดำพองขด (varicose vein) ตามขามาก การเดินทำให้ความดันนี้ลดลง เพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้โลหิตไหลขึ้น และลิ้นของมันจะทำงานดีขึ้น

ความดันของโลหิตในคนธรรมดาจะแตกต่างกันแล้วแต่ สุขภาพ อายุ เพศ การออก

กำลังกาย การย่อยอาหาร อารมณ์ ท่าที่นั่งหรือนอน และการนอนหลับ

เด็กเมื่อคลอด systolic pressure เฉลี่ยประมาณ ๔๐ มม. ปรอทและมันจะเพิ่มขึ้นเร็วมากภายในเดือนแรก ถึง ๗๐ มม. หลังจากนั้นจะเพิ่มช้าลงและเมื่ออายุ ๑๒ ปีจะเป็น ๑๐๕ มม. เมื่อถึงวัยรุ่น ๑๒๐ มม. แล้วคงที่ จากนั้นจะไม่เพิ่มขึ้นอีก

ความดันของโลหิตจะเพิ่มขึ้น ถ้ามีการออกกำลัง จำนวนจะเพิ่มมากหรือน้อยแล้วแต่จะต้องใช้พลังงานการออกกำลังมากหรือน้อย และแตกต่างกันแล้วแต่บุคคล เมื่อหลังจากการรับประทานอาหาร systolic pressure จะสูงขึ้นเล็กน้อย อารมณ์ต่าง ๆ เช่นกลัวกังวล ฯลฯ ทำให้เพิ่มขึ้นได้ การที่อยู่เงียบ ๆ นอนหลับพักผ่อนทำให้ความดันของโลหิตต่ำ และจะต่ำที่สุดใน ๒—๓ ชั่วโมงแรกที่ได้นอนหลับ แล้วจะค่อย ๆ สูงขึ้นไปเรื่อยจนกว่าจะถึงเวลาตื่น

Systolic pressure ในผู้หญิงจะต่ำกว่าในผู้ชายประมาณ ๗—๑๐ มม. ภายหลังระยะหมดประจำเดือนจะเพิ่มขึ้น แล้วต่อไปจะอยู่ในระดับสูงกว่าส่วนเฉลี่ยในผู้ชายเล็กน้อย

ความดันของโลหิตจะสูงกว่าธรรมดาเมื่อความยืดหยุ่นของเส้นโลหิตแดงลดลง เช่นในรายที่เส้นโลหิตแข็งตัว และในโรคหัวใจต่าง ๆ ในโรคตับ และโรคไตที่เกี่ยวข้องกับการไหลเวียนของโลหิตในเส้นโลหิตดำ นอกจากนี้ในการกระตุ้นศูนย์กลางที่ทำให้เส้นโลหิตหดตัวที่อยู่ใน medulla หรือไม่ก็เนื่องจากเป็นไข้และการที่มีการกดดันภายในสมอง เช่นกระโหลกศีรษะแตก

ความดันของโลหิตจะลดลงต่ำกว่าปกติ เมื่อหัวใจเต้นเบาลง และเมื่อเส้นโลหิตคลายตัว นอกจากนี้ก็เมื่อจำนวนของโลหิตในร่างกายลดน้อยลง

สรุป

- **ระบบเส้นเลือด**
  - **pulmonary circulation**
    - Pulmonary artery ออกจากหัวใจห้องล่างขวาไปปอด แล้วแยกเป็นแขนงเล็ก ๆ ในปอด กลับออกมาจากปอดเป็น pulmonary vein เข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย
    - ความประสงค์—เพื่อรับอ็อกซิเจน และถ่ายคาร์บอนไดอ็อกไซด์ เพื่อให้มีประมาณพอดี
  - **Systemic circulation**
    - Aorta ออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายแล้วแยกเป็นแขนงเล็ก ๆ ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จนในที่สุดเป็นเส้นโลหิตฝอย ต่อไปมารวมกันเป็นเส้นโลหิตดำเล็ก ๆ แล้วมารวมกันเป็น vein เข้าสู่ venacava เข้าสู่หัวใจห้องบนขวา ทั้งหมดนี้ต้องการเวลา ๒๓ นาที ต่อ ๑ รอบของวงจร
    - ความประสงค์—เพื่อนำอ็อกซิเจน และอาหารไปให้เซลล์ และนำคาร์บอนไดอ็อกไซด์และของเสียออกจากตัวเซลล์

- **หัวใจ**
  - **ทำหน้าที่สูบฉีด**
    - ให้โลหิตไหลเป็นระยะ ๆ จาก vein ผ่านหัวใจเข้าสู่ artery
  - **คลื่นของการหดตัว**
    - ตั้งต้นจาก S-A node ผ่านกล้ามเนื้อของหัวใจห้องบนไปยัง A-V node ไปตาม A-V bundle ไปยังกล้ามเนื้อของหัวใจห้องล่าง
    - Heart block เป็นอาการที่เกิดจาก A-V bundle ได้รับอันตรายและไม่สามารถจะนำกระแสประสาทจากห้องบนของหัวใจไปยังห้องล่าง ทำให้การหดตัวของหัวใจห้องล่างช้ากว่าห้องบน
  - **การเต้นของหัวใจ**
    - เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อของหัวใจทั้งหมด
    - แยกออกเป็น (๑) Systole
      - Cardiac cycle หรือหัวใจเต้น ๗๐—๗๒ ครั้งต่อ ๑ นาที
      - ต้องการเวลาทั้งหมด ๐.๘ วินาที ต่อ

- หัวใจ
  - การเต้นของหัวใจ
    - (๒) Diastole
    - (๓) ระยะพัก
      - การเต้น ๓ ครั้ง Systole และระยะพักแต่ละครั้งเป็น ๐.๘ วินาที
    - สาเหตุ
      - (๑) ยังไม่ทราบแน่เพียงแต่เชื่อว่า เป็นทฤษฎีเกิดจากกล้ามเนื้อ (Myogenic theory) ทำให้เกิดการหดตัวของมันเองได้
        - สิ่งที่จะกระตุ้นเซลล์ของ มันเป็น สารพวก ที่คล้าย adrenaline
        - สารพวก acetyle choline ระงับการหดตัวของมัน
      - (๒) S A และ A-V node เป็นจุดที่ตั้งต้นคลื่นของการหดตัว
      - (๓) สารเคมีที่มีในเลือด และพวกประสาทช่วยควบคุมระยะของการเต้นและความแรงของมัน
    - ผลที่ได้
      - ห้ามการหดตัวหรือทำให้หัวใจเต้นช้าลง (Inhib-ition) ซึ่งผ่านมาตาม vagi เร่งการเต้นของหัวใจ (accelerator) เป็นพวก Thoracolumbar system
  - เสียงของหัวใจ
    - ลับบ
      - เกิดจากการปิดของ artrioventricular valve และการหดตัวของ ventricle
    - ดัพ
      - เกิดจากการปิดของ semilunar valve
- สาเหตุที่ทำให้หัวใจเต้นเร็วและแรง
  - อุณหภูมิของเลือด — ถ้าสูงทำให้เต้นเร็ว ถ้าต่ำทำให้เต้นช้า
  - ลักษณะของกล้ามเนื้อของหัวใจ
    - Tone (การตึงตัว)
    - Irritability (การรับความรู้สึก)
    - Conductivity (การนำความรู้สึก)
    - การหดตัว
      - สิ่งที่มากระตุ้นจะทำให้ระยะ และความแรงของการเต้นของหัวใจ เปลี่ยน แปลง คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดคือการ นำ กระ-แสร์ประสาท

- ลักษณะภายนอก
  - ขนาด
    - ในตัวลักษณะการเต้นของหัวใจมักจะตรงข้ามกับการเต้นของมัน เช่นช้างจะเต้น ๒๕ ครั้งต่อ ๑ นาที หนู ๗๐๐ ครั้งต่อ ๑ นาที
  - เพศ ในผู้หญิงเต้นเร็วกว่าในผู้ชาย
  - อายุ
    - แรกคลอด ๑๔๐ ต่อ ๑ นาที
    - ๓ ขวบ ๑๐๐ ต่อ ๑ นาที
    - วัยเด็ก ๙๐ ต่อ ๑ นาที
    - วัยหนุ่ม ๗๕ ต่อ ๑ นาที
    - วัยแก่ ๗๕–๘๐ ต่อ ๑ นาที
  - ท่า
    - (๑) ยืนประมาณ ๘๐ ต่อ ๑ นาที
    - (๒) นั่ง ๗๐ ต่อ ๑ นาที
    - (๓) นอน ๖๖ ต่อ ๑ นาที
- สาเหตุที่ทำให้หัวใจเต้นเร็วและแรง
  - ลักษณะภายนอก
    - การออกกำลังกาย
      - ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้นเนื่องจาก
      - (๑) ศูนย์กลางของ cardiac inhibitory ถูกกดโดย motor impulse ที่มาจากสมองไปยังกล้ามเนื้อ
      - (๒) การกระตุ้นที่ศูนย์กลาง accelerator
      - (๓) การทำงานของหัวใจถูกกระตุ้นโดย และฮอร์โมนอื่น ๆ
      - (๔) เพิ่มอุณหภูมิให้โลหิต
      - (๕) ความกดดันที่เกิดจากกล้ามเนื้อหดตัว

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

- การต้านทาน
  - ทำให้โลหิตไปสู่หัวใจมากขึ้น
  - —ตามปกติเป็นพวกเส้นโลหิต
  - —ถ้ามีขนาดธรรมดาจะทำให้หัวใจเต้นช้า และแรง
  - —ถ้ามีมากทำให้หัวใจเต้นเร็วและเบา
- สภาพของเส้นโลหิต
  - Arteriosclerosis เส้นโลหิตไม่ยืดหยุ่น ถ้าเส้นโลหิตคลายตัว แสดงว่าบริมาตรของเลือดภายในเส้นเลือดมีน้อยกว่าปกติ
- Internal Secretion
  - — ได้จากต่อมไธรอยด์ มีพวก thyroxine เป็นพวกที่ช่วยกระตุ้น
  - — จากต่อมหมวกไต เป็นพวก epinephrine เป็นพวกที่ช่วยกระตุ้น
  - — จากต่อม pituitary คือ pituitrin เป็นพวก depresses

กรมศิลปากร

การส่งโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ทั่วร่างกาย
- โลหิตในร่างกายตามธรรมดาแจกจ่ายไปเท่า ๆ กันแต่ก็แล้วแต่ว่าบางเวลาที่อวัยวะบางอย่างก็ต้องการมากกว่าอีกบางอย่าง
- การปรับปรุงนี้ต้องแล้วแต่
  - (๑) ประสาทพวก vasomotor
  - (๒) สารเคมีในโลหิต

สิ่งที่ช่วยในการไหลเวียนของโลหิตในเส้นโลหิตแดง
- (๑) การสูบฉีดของหัวใจ
- (๒) การยืดหยุ่นและยืดตัวของผนังเส้นเลือด
- (๓) การต้านทานจากภายนอก (peripheral resistance)
- (๔) จำนวนของโลหิตในร่างกาย

สิ่งที่ช่วยในการไหลเวียนของโลหิตในเส้นโลหิตดำ
- (๑) กำลังที่เกิดจากการสูบฉีดของหัวใจ
- (๒) การดูด (suction) ของหัวใจ
- (๓) การเปลี่ยนแปลงความดันในช่องอก และช่องท้อง เนื่องจากการเคลื่อนไหวของหัวใจและการหายใจ
- (๔) การหดตัวของกล้ามเนื้อพวกที่เกาะกับกระดูก

ความเร็วของกระแสโลหิต
- ในเส้นโลหิตแดง—ไหลเร็วในเส้นที่ใหญ่ และช้าลงในเส้นที่เล็ก
- ในเส้นโลหิตฝอย—ไหลช้ามาก
- ในเส้นโลหิตดำ—ไหลช้าในเส้นเล็ก และไหลเร็วในเส้นใหญ่ แต่ถึงอย่างไรก็ไม่เท่าในเส้นโลหิตแดงใหญ่

ชีพจร
- เกิดจากการหดตัวและขยายตัวของเส้นโลหิต ซึ่งเนื่องจากการเต้นของหัวใจ
- ที่ ๆ จะจับชีพจร: Radial artery, temporal artery, external maxillary artery, carotid artery, brachial artery, femoral artery, popliteal artery, dorsalis pedis.
- ข้อสังเกตุ
  - ระยะของการเต้น
  - ความแรง (force)
  - ความดัน (tension)
- จำนวนของการเต้น
  - สิ่งที่ทำให้การเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลงจะมีผลกระทบกระเทือนถึงชีพจร
  - เฉลี่ย —
    - ในชาย ๖๕—๗๐ ครั้งต่อ ๑ นาที
    - ในหญิง ๗๐—๘๐ ครั้งต่อ ๑ นาที
  - ปฏิภาคของชีพจร ต่อการหายใจ ๔: ๑

ความดันของโลหิต
- เกิดจากความดันของโลหิตไปปะทะผนังของเส้นโลหิตสูง และไม่สม่ำเสมอ
- ในเส้นโลหิตแดง
  - (๑) สูงสุดเมื่อมีการหดตัวของหัวใจห้องล่าง เรียก systolic pressure
  - (๒) ต่ำที่สุดก่อนที่จะเริ่มต้น systolic อันต่อไปที่เรียก diastolic pressure
  - (๓) ถ้าอายุมากขึ้นจะเพิ่มขึ้น
  - (๔) ลดลงถ้าผนังของหัวใจหรือของเส้นโลหิตแดงไม่มี tone

คามดันของโลหิต

- ในเส้นโลหิตดำ ต่ำ และสม่ำเสมอกัน
- systolic — ความดันสูงสุดซึ่งเนื่องจากการหดตัวของหัวใจ เฉลี่ย systolic pressure ใน brachial artery ของคนหนุ่ม ๑๑๐–๑๒๐ ม.ม
- Diastole — เป็นจุดที่ต่ำที่สุดของความดันของโลหิตที่จะตกลง ซึ่งอยู่ในระหว่างการเต้นของหัวใจ เฉลี่ย diastolic pressure ใน brachial artery ของคนหนุ่ม ๗๕–๙๐ มม.
- การเปลี่ยนแปลง
  - — ตลอดเวลาที่ใช้สมองหรือกำลัง และลดต่ำลงเมื่อเหนื่อย
  - — ความเย็นและยาที่ทำให้เส้นโลหิตหดตัว ทำให้ขึ้นสูง
  - — ความร้อน และยาที่ทำให้เส้นโลหิตขยายตัว ทำให้ต่ำลง
- อาศัย
  - การที่หัวใจเต้นแรง
  - การยืดหยุ่นของเส้นโลหิตแดง และ tone ของกล้ามเนื้อที่เป็นผนังของมัน
  - ความต้านทานที่มีขึ้น
  - สาเหตุเล็ก ๆ น้อย ๆ
    - การหายใจและการเปลี่ยนแปลงภายในช่องอก
    - จำนวนของโลหิตภายในร่างกาย
    - gravity (ความถ่วง)
- เพิ่มโดย
  - มี arteriosclerosis
  - โรคตับ โรคหัวใจ โรคไต ซึ่งเกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหิตในเส้นโลหิตดำ
  - การกระตุ้นที่ศูนย์กลางของ vasoconstrictors ใน medulla ซึ่งทำให้เส้นโลหิตหดตัว
  - เป็นไข้
- ลดโดย
  - เมื่อหัวใจเต้นเบา
  - เมื่อเส้นโลหิตคลายตัว
  - เมื่อจำนวนเลือดลดลง
- การวัดโดยใช้เครื่องมือที่เรียก Shygmomanomter
  - มี ๒ ชนิด (๑) ใช้ปรอท (๒) ใช้อากาศ (aneroid)
  - ทั้ง ๒ ชนิดเหมือนกันในวิธีใช้ และทั้ง ๒ ชนิดมีถุงลมสำหรับพันกับแขน และมีลูกสูบลม

กรมศิลปากร

และมีมาตราวางไว้ข้าง ๆ เพื่อวัดความดันในถุงลม ซึ่งเท่ากับความดันของโลหิตปะทะกับผนังของมัน

ความแรงของชีพจร
- เป็นความแตกต่างระหว่าง systolic และ diastolic pressure
- เพื่อแสดงถึง
  - หัวใจทำงานดีแค่ไหน
  - แจกจ่ายโลหิตไปตามส่วนต่าง ๆ ได้แค่ไหน
  - สภาพของเส้นโลหิต
- อาศัย
  - พลังงานของหัวใจ
  - ความยืดหยุ่นของเส้นโลหิต
  - ความต้านทานจากภายนอก
  - จำนวนของโลหิตในร่างกาย

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๑๕

น้ำเลี้ยง Tissues (tissue fluid) น้ำเหลือง ระบบเส้นน้ำเหลือง และสรีรวิทยา

เส้นโลหิตเป็นเส้นที่ติดต่อถึงกันและกัน คือปลายไม่ตัด และไม่ได้ติดต่อไปยังตัวเซลล์ทันที นอกจากเซลล์พวกที่อยู่ภายในผนังของเส้นโลหิตเท่านั้น เมื่อตัวเซลล์ห่างไกลจากโลหิต ซึ่งเป็นสิ่งที่จะให้อาหารและอากาศ ก็ต้องอาศัยน้ำเลี้ยงเซลล์ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเซลล์ ซึ่งเราเรียกว่า tissue fluid ช่วยติดต่อระหว่างตัวเซลล์และเส้นโลหิต

ที่มาของ tissues fluid ผนังของเส้นโลหิตฝอยบางมาก โดยเหตุนี้ของเหลวที่อยู่ภายในอาจจะผ่านออกมาอยู่ตามที่ว่างระหว่างเซลล์ โดยเหตุนี้จะเห็นว่า tissue fluid มาจากน้ำเหลืองของเลือด หรือ plasma โดยซึมแทรกหรือกรองออกมาจากผนังของเส้นโลหิตฝอย บางคนก็สันนิษฐานว่ามาจากเซลล์พวก endothelial cell ที่บุภายในเส้นโลหิตฝอย

นักกายวิภาคอธิบายว่า คำว่า lymph หรือน้ำเหลืองหมายถึงของเหลวที่อยู่ภายในเส้นน้ำเหลืองเท่านั้น ส่วนของเหลวที่อยู่ข้างนอก หรืออยู่ระหว่างตัวเซลล์ที่ช่วยแลกเปลี่ยนของเสียและอาหาร ระหว่างตัวเซลล์กับโลหิตนั้นเรียกว่า tissue fluid ตามธรรมดาคำว่าน้ำเหลืองโดยทั่ว ๆ ไปก็เป็นพวก tissue fluid เพราะของเหลวที่อยู่ระหว่างเซลล์และ tissue ก็ซึมออกมาจากท่อน้ำเหลือง แต่ในที่นี้คำว่า lymph จะหมายความเฉพาะสิ่งที่อยู่ในเส้นน้ำเหลืองเท่านั้น

คำว่า tissue fluid หมายถึงของเหลวทั้งหมดในร่างกายที่ไม่รวมของเหลวในเส้นโลหิต เส้นน้ำเหลือง และช่องต่าง ๆ ของร่างกาย และไม่นับของเหลวที่อยู่ในเซลล์

กรมศิลปากร

Body fluid ของเหลวภายในร่างกายมี

- (๑) Cellular fluid ของเหลวในเซลล์
  - Protoplasm บางทีก็เป็นพวก (ของเหลว) บางทีก็เป็นพวก (กึ่งเหลวและแข็ง)
- (๒) Tissue fluid ของเหลวที่อยู่ระหว่างเซลล์
  - น้ำเหลืองที่อาบเซลล์
  - น้ำเหลืองที่อยู่ตาม tissue เป็นพวก tissue lymph บางทีเรียก matrix lymph, interstitial lymph, extracellular lymph, intercellular lymph,
- (๓) น้ำเหลืองของเลือด — อยู่ในเส้นเลือดทั้งหมด
- (๔) น้ำเหลือง
  - — เส้นเล็ก ๆ ในลำไส้เล็กเรียก lacteal
  - — เส้นฝอยเล็ก ๆ (lymph capillaries) ต่อมน้ำเหลือง ท่อและ sinuses ปลายของเส้นฝอยที่โป่งออก
- (๕) อยู่ในช่องที่บุด้วยเยื่อพวก serous
  - ในช่องหัวใจเป็นพวก pericardial fluid
  - ในปอดเป็น plural fluid
  - ในช่องท้องเป็น peritoneal fluid
  - ในช่องสมองและไขสันหลังเป็น cerebrospinal fluid
- (๖) อยู่ในช่องของอวัยวะต่าง ๆ
  - อยู่ในหูชั้นในเป็น endolymph และ perilymph
  - อยู่ในตา (fluid of eyes)
  - อยู่ ใน ข้อ ต่อ เป็นน้ำไขข้อ (synovial fluid)
  - อยู่ในแอ่งของกระดูก (fluid of bursae) และอยู่ในแผ่นเยื่อ ที่หุ้ม tendon ที่ยาวๆ (sheath)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

หน้าที่ของ tissue fluid ที่สำคัญคือช่วยหล่อเลี้ยงเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย และช่วยติดต่อระหว่างเซลล์และโลหิต ทั้งนี้เพื่อให้อาหารแก่เซลล์เพื่อดำรงชีวิตและหน้าที่ของเซลล์นั้น ๆ และในการทำงานของเซลล์ก็มีสิ่งที่เซลล์ทำขึ้น เช่น ฮอร์โมน หรือ internal secretion ที่จะไปเป็นประโยชน์แก่เซลล์อื่น ๆ และก็มีของเสียตามธรรมดาที่เซลล์ถ่ายออกตลอดเวลาที่ทำงาน สิ่งเหล่านี้จะผ่านจากตัวเซลล์ไปยัง tissue fluid ก่อนที่จะผ่านเข้าเส้นโลหิต เพื่อเข้าในกระแสโลหิต ไปให้เซลล์อื่น ๆ หรืออวัยวะที่ช่วยในการขับถ่าย วิธีการณ์ที่สารละลายใน tissue fluid จะผ่านเข้าสู่ผนังของเส้นโลหิตนั้นต้องอาศัยการฟุ้งกระจาย (diffusion) ของอนุภาคของสารละลายนั้น ๆ

Tissue fluid นี้เปลี่ยนแปลงไปตามการสร้างและการใช้ (metabolism) ของเซลล์ที่แช่มันอยู่ของเหลวที่เกี่ยวข้องกับตัวเซลล์ทั้งหลายมีอยู่ ๓ ชะนิด ซึ่งแยกออกจากกันโดยมีผนังของเส้นโลหิตฝอยและน้ำเหลือง ของเหลวทั้ง ๓ นี้ ได้แก่โลหิต น้ำเหลือง และ tissue fluid ที่อยู่ข้างนอกผนังของเส้นโลหิตและรอบเซลล์ โดยเหตุนี้สิ่งที่อยู่ในโลหิตสามารถจะแทรกผ่านผนังของเส้นโลหิตไปใน tissue fluid ได้ และในทำนองเดียวกันอนุภาคของสารที่อยู่ใน tissue fluid ก็สามารถผ่านเข้าสู่ผนังของเส้นโลหิตโดยตรงก็ได้ หรือไม่ก็เข้าสู่เส้นน้ำเหลือง ผนังของเส้นโลหิตฝอยหรือเส้นน้ำเหลือง เป็นพวก permeable คือมีคุณสมบัติให้อนุภาค (molecule) ของน้ำและของสารที่ละลายอยู่เข้าออกได้ วิธีการณ์ที่อนุภาคของสารที่กระจายผ่านเยื่อที่เป็นผนังของเส้นโลหิตและน้ำเหลืองนี้ก็ต้องแล้วแต่ความแตกต่างระ–หว่างความเข้มข้นของอนุภาคที่ละลายอยู่แต่ละด้านของเยื่อผนังนั้น ๆ

ส่วนประกอบของ tissue fluid คล้าย plasma ไม่มีสีหรือมีสีเหลือง ๆ มีฤทธิ์เป็นด่าง และมีรสเค็มและกลิ่นคาว ๆ ถ้าเอาไปตรวจภายใต้กล้องจุลทัศน์จะเห็นตัวเซลล์ลอยอยู่ในน้ำใส ๆ แต่มันก็มีส่วนต่างกับ plasma ตามรายการข้างท้ายนี้ และโดยการที่มันอยู่รอบ ๆ tissue ต่าง ๆ ชะนิดกัน ฉะนั้นจึงแตกต่างกันแล้วแต่ว่าชะนิดไหนต้องการอาหารอย่างไหนมาก หรือถ่ายของเสียอย่างไหนมากน้อยกว่ากัน และก็แล้วแต่เวลาด้วย ทั้ง tissue fluid และโลหิตมีอยู่ทุกหนทุกแห่งในร่างกายและสม่ำเสมอกัน และมีส่วนประกอบเฉลี่ยแล้วเท่า ๆ กันกับส่วนประกอบของ ของเหลวที่อยู่ในเยื่อบุพวก serous และน้ำไขสัน

หลัง และในข้อต่อต่าง ๆ ฯลฯ

โลหิต	น้ำเหลืองและ tissue fluid มีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง ๑.๐๑๕—๑.๐๒๓
มีความถ่วงจำเพาะประมาณ ๑.๐๕๕	
มีเม็ดโลหิตแดง	
มีเม็ดโลหิตขาว	มีเม็ดโลหิตแดงน้อยมาก
มี blood platelets	นับดูมีพวก granulocytes ต่ำ มี lymphocytes สูง
มีส่วนประกอบของ blood protein สูง	ไม่มี blood platelets
มีส่วนประกอบของๆ เสีย (waste products) ต่ำ	มี blood protein ต่ำ
มีจำพวกอาหารมาก	มี waste products สูง
ตามธรรมดาจับเป็นก้อนเร็วและแข็ง	มีพวกอาหารน้อย
มีพวก colloidal protein ค่อนข้างสูง	ถ้าจับเป็นก้อนช้า และไม่แข็ง
	มีพวก colloidal protein ต่ำโดยเฉพาะพวก globulin ไม่มีเลย

น้ำ, น้ำตาล, เกลือ, มีจำนวนเท่าๆ กันทั้ง ๒ ด้าน

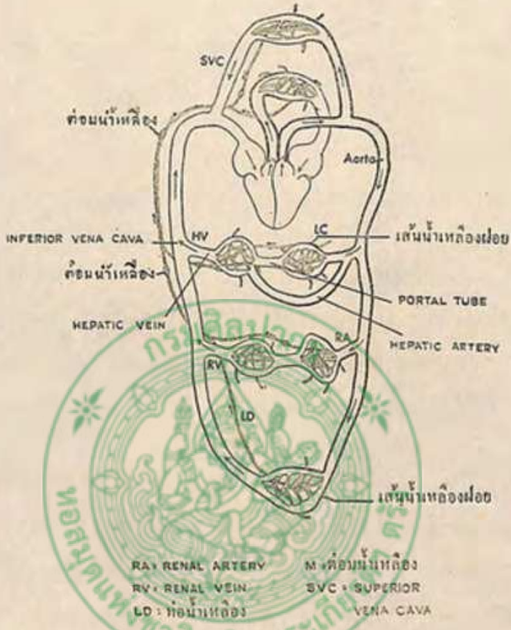
ระบบเส้นน้ำเหลือง คือระบบที่ช่วยในการนำ tissue fluid ให้คืนเข้าสู่โลหิตในเส้นโลหิตฝอยและเส้นโลหิตดำ เพราะ tissue fluid มาจากโลหิตอยู่เรื่อย ๆ และการถ่ายเทหมุนเวียนกันนี้ต้องอาศัยระบบเส้นน้ำเหลือง และระบบนี้ช่วยให้ tissue fluid คั่งอยู่ตามช่องว่างระหว่างเซลล์ได้

ระบบเส้นน้ำเหลือง — เส้นน้ำเหลือง
- เส้นน้ำเหลืองฝอย lymph capillaries
- เส้นน้ำเหลืองในลำไส้เล็ก lacteal
- เส้นน้ำเหลืองใหญ่ lymphatics
- Thoracic duct
- Right lymphatic duct

ระบบเส้นน้ำเหลือง (ต่อ)	— ช่องน้ำเหลืองหรือ Expanded lymph spaces — ต่อมน้ำเหลือง	ในช่องปอด ช่องหัวใจ ช่องท้อง ช่องระหว่างเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง ช่องน้ำเหลืองในตา หู และแอ่งของกระดูกข้อต่อ (synovial of bursae)

เส้นน้ำเหลือง ลักษณะของระบบเส้นน้ำเหลืองก็เหมือนกับระบบเส้นโลหิต ถ้าไม่นับหัวใจและเส้นโลหิตแดง ใน tissue ต่าง ๆ เราพบมีเส้นน้ำเหลืองฝอยเล็ก ๆ ที่มีปลายตัน ซึ่งเปรียบคล้ายเส้นโลหิตฝอยแต่ว่าโตกว่านิดหน่อย เส้นน้ำเหลืองฝอยนี้กระจายออกไปเช่นเดียวกับเส้นโลหิตฝอย เมื่อเส้นโลหิตฝอยมารวมกันเป็นเส้นโลหิตดำ แต่เส้นน้ำเหลืองฝอยนั้นมารวมกันเป็นเส้นน้ำเหลืองที่ใหญ่ขึ้น เรียกว่า lymphatics แล้ว lymphatics มารวมกันเป็นเส้นใหญ่ขึ้นอีก จนในที่สุดเป็น ๒ เส้น คือ (๑) Thoracic duct และ (๒) right lymphatic duct

Thoracic duct เป็นเส้นน้ำเหลืองใหญ่ที่อยู่ทางซ้าย เริ่มต้นจากด้านหน้าของกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๒ ปลายที่เริ่มต้นนี้ขยายออกซึ่งเรียกว่า Cisterna chyli แล้วทอดขึ้นข้างบน ไปทางด้านหน้าของกระดูกสันหลัง แล้วเทเข้าสู่ innominate vein ตรงมุมที่เป็นรอยต่อระหว่าง left internal jugular และ left subclavian vein เส้นน้ำเหลืองเส้นนี้ยาวประมาณ ๓๗–๔๕ ซม. (๑๕ นิ้ว) กว้างประมาณ ๕–๖ มม. และมีลิ้นเป็นจำนวนมาก ปลายสุดของมันมีลิ้นอยู่คู่หนึ่งที่ป้องกันไม่ให้โลหิตดำไหลเข้าสู่ภายใน ท่อน้ำเหลืองอันนี้รับน้ำเหลืองจากบริเวณด้านซ้ายของศีรษะ คอ หน้าอก บริเวณท้องทั้งหมด ขาทั้ง ๒ ข้าง และอาหารที่ย่อยแล้วจาก lacteal ในลำไส้เล็ก ส่วนที่มันขยายออก (cisterna chyli) รับน้ำเหลืองจากขาทั้ง ๒ ข้าง และจากอวัยวะและผนังของช่องท้องและอุ้งเชิงกราน



(รูปที่ ๑๗๙)

(แสดงเส้นน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลืองที่สัมพันธ์กับระบบไหลเวียนโลหิต)

Right lymphatic duct เป็นเส้นน้ำเหลืองใหญ่ที่สั้น คือยาวประมาณ ๑.๒๕ ซม. (๑/๒ นิ้ว) เทน้ำเหลืองเข้าสู่ innominate vein ตรงรอยต่อของ right internal jugular และ right subclavian vein ปลายสุดมีลิ้น semilunar อยู่ ๒ อัน รับน้ำเหลืองจากด้านขวาของศีรษะ คอ แขนขวา และส่วนบนของลำตัว (ดูรูปที่ ๑๘๐)

โครงสร้างของเส้นน้ำเหลือง เส้นน้ำเหลืองมีลักษณะของโครงสร้างและการจัดวางคล้ายเส้นโลหิตดำ เส้นเล็กที่สุดมีผนังชั้นเดียว ซึ่งเป็นพวก endothelial cells และมีลักษณะเป็นหยัก ๆ ส่วนเส้นใหญ่ผนังมี ๓ ชั้นคล้ายผนังของเส้นโลหิตดำ นอกจากว่าจะบางกว่าและ

(รูปที่ ๑๙๐)

(เส้นน้ำเหลืองที่อยู่ในบริเวณสีแดง เทน้ำเหลืองเข้าสู่ Rt. lymphatic duct
สีฟ้าส่งน้ำเหลืองเข้า Thoracic duct (Gerrish)

ใสกว่า ภายในมีลิ้นคล้ายลิ้นของเส้นโลหิตดำ แต่อยู่ถี่ ๆ กัน และเมื่อยืดออกจะเห็นโป่งเป็นระยะ เหมือนรอยต่อกัน ลิ้นนี้ไม่มีในเส้นเล็ก ๆ ที่เป็นร่างแห ลิ้นนี้มีประโยชน์โดยช่วยนำน้ำเหลืองจากเส้นเล็กเข้าไปรวมเป็นเส้นใหญ่ และเทเข้าสู่เส้นโลหิตดำ

การให้แขนงและการแบ่งชนิดต่าง ๆ ของเส้นน้ำเหลือง ตามธรรมดาเส้นน้ำเหลืองจะขนานไปกับเส้นโลหิตดำ เส้นน้ำเหลืองจะพบใน tissue และอวัยวะเกือบทุกอันที่มีเส้นโลหิตไปเลี้ยง นอกจากพวกกระดูกอ่อน เล็บ และผิวหนังชั้นนอกสุด เส้นน้ำเหลืองแบ่งออกคล้ายพวกเส้นโลหิตดำ ที่มีพวกที่อยู่ตื้น และพวกที่อยู่ลึกทั้งหลาย พวกที่อยู่ตื้นอยู่ใต้

ผิวหนัง และทอดคู่ไปกับเส้น superficial vein และในบริเวณบางแห่งมันไปต่อกับเส้นน้ำเหลืองพวกที่อยู่ลึก โดยทะลุผ่าน deep fasciae ส่วนภายในร่างกายมักพบอยู่ใน submucous tissue ของระบบทางเดินอาหาร ระบบทางเดินอากาศ ทั้งของระบบสืบพันธุ์และระบบการขับถ่ายปัสสาวะด้วย นอกจากนี้ยังพบใน subserous ที่อยู่ที่ผนังของช่องอก และช่องท้อง เส้นน้ำเหลืองพวกที่อยู่ลึกก็ขนานไปกับเส้นโลหิตดำพวกที่อยู่ลึก แต่เส้นน้ำเหลืองยิ่งอยู่ลึกเข้าไป จำนวนของมันก็ยิ่งน้อยลง และเส้นค่อยโตขึ้นกว่าพวกที่อยู่ตื้น

(รูปที่ ๑๘๑)
(Lacteal *และเส้นน้ำเหลืองที่เกี่ยวกับการย่อยอาหาร*)

เส้นน้ำเหลืองที่อยู่ที่ villi ของลำไส้เล็กเรียก lacteal ซึ่งตลอดเวลาที่มีการย่อยอาหารภายใน lacteal จะเต็มไปด้วยอาหารที่ย่อยแล้วที่เรียก chyle ความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างเส้นน้ำเหลืองกับช่องของร่างกายที่บุด้วยเยื่อพวก serous หรือพวก serous cavity เช่นช่องปอด ช่องหัวใจ ช่องท้อง ช่องระหว่างเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง และช่องน้ำเหลืองของตาและหูและตามแง่กระดูกของข้อต่อต่าง ๆ จะมีช่องหรือที่ ๆ น้ำเหลืองไปขังอยู่มาก โดยเหตุนี้ช่องของร่างกายที่บุด้วยเยื่อพวก serous หรือเรียกว่า serous cavity เหล่านี้ บางทีจึงเรียกว่า Expanded lymph spaces

(รูปที่ ๑๘๒)

(ลิ้นของเส้นน้ำเหลือง) (รูปจาก Gerrish)

หน้าที่ของเส้นน้ำเหลือง คือช่วยนำ tissue fluid จาก tissue เข้าสู่เส้นโลหิตดำ หรืออาจจะพูดได้ว่า มีหน้าที่ช่วยเส้นโลหิตฝอยและเส้นโลหิตดำในการช่วยรวบรวมพวกน้ำเหลืองที่ซึมผ่านออกมาตามผนังอันบางของเส้นโลหิตฝอยแล้วส่งเข้าสู่ innominate vein ที่

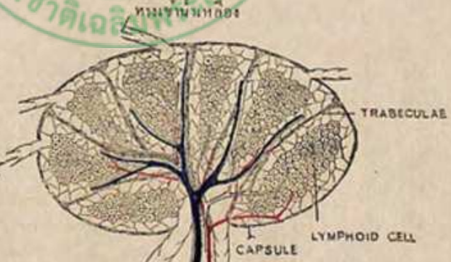
กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

ครั้งน้ำเหลืองจะถูกผสมกับโลหิตเข้าสู่ superior vena cava แล้วเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา

ส่วนหน้าที่ของ lacteal ในลำไส้เล็กช่วยในการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้ว โดยเฉพาะพวกไขมัน

(รูปที่ ๑๘๓)

(ต่อมน้ำเหลืองและเส้นน้ำเหลืองที่เข้าและออกจากต่อม (Gerrish)



(รูปที่ ๑๘๔)

(รูปต่อมน้ำเหลืองผ่าครึ่ง แล้วขยายให้ใหญ่ด้วยกล้องจุลทรรศน์ แสดงส่วนต่าง ๆ)

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

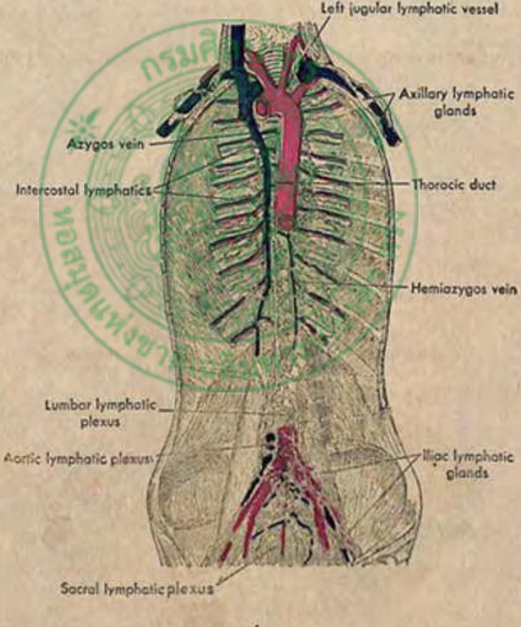
ต่อมน้ำเหลืองเป็นต่อมเล็กๆรูปไข่ หรือรูปคล้ายเมล็ดถั่ว มีขนาดต่างๆกันคือตั้งแต่เท่าหัวเข็มหมุดจนถึง ลูกพุดซา ซึ่งเรียงรายกันไปตามทางของน้ำเหลือง ตามธรรมดาข้างใดข้างหนึ่งจะมีรอยเว้าเข้าไปนิดหน่อย ซึ่งเรียกว่า hilus เป็นที่ที่เส้นโลหิตเข้าและออกจากต่อมน้ำเหลือง เปลือกนอกของต่อมเป็น connective tissues ที่มี smooth muscle ปนนิดหน่อย จากเปลือกของมันหรือ capsule นี้จะมี fibrous เป็นเส้นแบน ๆ เรียกว่า trabeculae จะแบ่งต่อมน้ำเหลืองออกเป็นซีก ๆ ซึ่งแต่ละซีกก็ติดต่อกันและกัน เซลล์ในต่อมน้ำเหลืองนี้เป็นพวก lymphoid tissue ระหว่างเซลล์ของต่อมน้ำเหลืองกับ trabeculae และ capsule ที่หุ้มมันมีช่องว่างไว้ให้เป็นทางผ่านของน้ำเหลืองซึ่งส่งเข้ามาตาม afferent vessle เข้าสู่ต่อม และ

(รูปที่ ๑๘๕)

(ต่อมน้ำเหลืองของคอ และส่วนบนของอก) (Gerrish)

เมื่อน้ำเหลืองไหลเวียนไปทั่วต่อมแล้วน้ำเหลืองก็จะไหลออกไปตาม efferent vessle ที่ออกจากต่อมทาง hilus ที่ trabeculae ซึ่งเป็น fibrous tissue จะช่วยหนุนหรือพะยุงเส้นโลหิตที่เข้าไปเลี้ยงต่อม

ตามที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ หมายความว่าน้ำเหลืองที่ออกจากเส้นน้ำเหลืองฝอยจะเข้าสู่กระแสโลหิตนั้นต้องผ่านต่อมน้ำเหลืองอย่างน้อยที่สุด ๑ ต่อม



(รูปที่ ๑๘๖)

(ต่อมน้ำเหลืองและเส้นโลหิตที่อยู่ที่ผนังของร่างกาย) (Toldt)

ตำแหน่งที่อยู่ของต่อมน้ำเหลือง บางต่อมอยู่ตื้น บางต่อมอยู่ลึก คล้ายพวกเส้นน้ำเหลืองและพวกเส้นโลหิตดำ ตามธรรมดาต่อมน้ำเหลืองนี้มักจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ หรืออยู่ติด ๆ กันเป็นลูกโซ่ อยู่ข้าง ๆ เส้นโลหิตใหญ่ ๆ นาน ๆ ที่จะพบต่อมใดต่อมหนึ่งอยู่โดดเดี่ยว เช่นต่อมน้ำเหลืองที่พบทางส่วนหลังของศีร์ษะ และคอ ช่วยรับและส่งน้ำเหลืองบริเวณหนังศีร์ษะ และพวกที่อยู่รอบ ๆ sternomastoid muscle ถ่ายเทน้ำเหลืองบริเวณด้านหลังของลิ้น pharynx ช่องจมูก เพดานปาก หน้า และอยู่ข้างล่างของหู จะช่วยถ่ายเทน้ำเหลืองบริเวณพื้นของปาก

แขน มีต่อมน้ำเหลืองอยู่ ๓ พวก กลุ่มเล็กอยู่ที่ข้อพับข้อศอก ที่เป็นทางผ่านของน้ำเหลืองจากมือและแขนท่อนล่าง กลุ่มใหญ่อยู่บริเวณรักแร้ อยู่ใต้ pectoral muscle รับน้ำเหลืองจากพวกแรก และอีกพวกหนึ่งรับและส่งน้ำเหลืองจาก ต่อมนม และผิวหนังและกล้ามเนื้อของหน้าอก

ขา ตามธรรมดาจะมีต่อมเล็ก ๆ อยู่ข้างหน้าของเส้นโลหิตพวก anterior tibial และมีมากบริเวณข้อพับของเข่า แต่มีมากที่สุดและเป็นกลุ่มใหญ่อยู่บริเวณขาหนีบต่อมเหล่านี้ช่วยรับน้ำเหลืองจากขา และส่วนล่างของผนังท้อง

ต่อมน้ำเหลืองของท้องและอุ้งเชิงกรานแบ่งออกเป็น ๒ พวก คือพวกที่อยู่ที่ผนังของท้อง และอุ้งเชิงกราน พวกนี้เรียกว่า parietal group อีกพวกหนึ่งอยู่ที่อวัยวะภายในช่องท้องและอุ้งเชิงกราน เรียก visceral group พวก parietal group อยู่ข้างหลังของเยื่อบุช่องท้อง และติดต่ออย่างใกล้ชิดกับเส้นโลหิตใหญ่ ๆ พวก visceral ติดต่อกับเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในเท่านั้น

ต่อมน้ำเหลืองของอก แบ่งออกเหมือนกับของท้องและอุ้งเชิงกราน คือพวก parietal อยู่ที่ผนังหน้าอก และพวก visceral ติดต่อกับหัวใจ เยื่อหุ้มหัวใจ หลอดลมใหญ่ปอด เยื่อหุ้มปอด ต่อมไธมัส และ esophagus

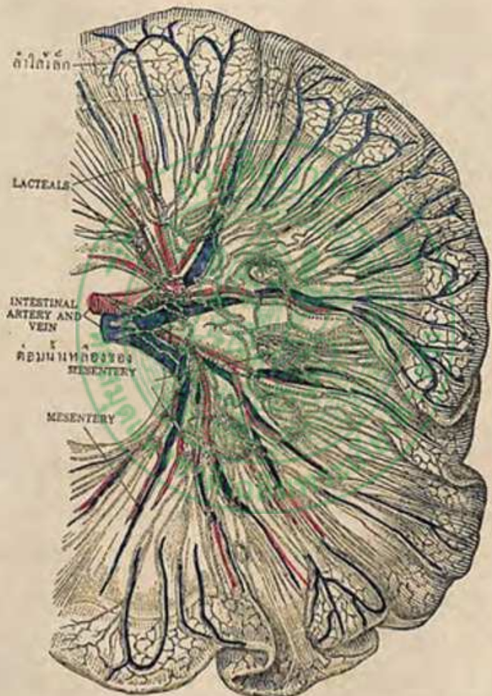
หน้าที่ของต่อมน้ำเหลืองที่สำคัญมีอยู่ ๒ อย่างคือ (๑) ในการที่น้ำเหลืองผ่านเข้าไปในต่อม จะรับเอาพวก lymphocytes ที่ทำขึ้นใหม่ ที่เกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์ในต่อมนั้น ๆ โดยเหตุนี้ต่อมน้ำเหลืองจึงเป็นที่เกิดของ lymphocytes (๒) เพราะต่อมน้ำเหลือง

(รูปที่ ๑๘๗)
(ต่อมน้ำเหลืองและเส้นโลหิตของแขน)
(Gerrish)

(รูปที่ ๑๘๘)
(ต่อมน้ำเหลืองและเส้นโลหิตดำของขา)
(Gerrisn)

อยู่ไปตามระหว่างทางของเส้นน้ำเหลือง และน้ำเหลืองที่ผ่านต่อม จะผ่านไปตามเซลล์ของต่อม วิธีนี้เซลล์ของต่อมจึงทำหน้าที่คล้าย เป็นที่ซึ่งกรองน้ำเหลือง โดยเหตุนี้เชื้อโรคที่ปนเข้าไปจึงติดอยู่ที่ต่อมเป็นการป้องกันการแพร่เชื้อ น้ำเหลืองที่ผ่านไปจากบริเวณที่มีการอักเสบ อาจจะนำเอาพวกหนองหรือเชื้อที่ทำให้เกิดหนองนั้น ตามไปติดอยู่ที่ต่อมน้ำเหลือง

อันแรก ที่อยู่ในทางผ่านของมันจึ่งอาศัยต่อมน้ำเหลืองกรองเอาพวกเชื้อเหล่านั้นไว้ ทั้งนี้จะป้องกันได้มากหรือน้อยก็แล้วแต่ว่าการอักเสบมากหรือน้อย และน้ำเหลืองที่ผ่านนั้นมีเชื้อมากหรือน้อยด้วย ต่อมน้ำเหลืองที่มีเชื้อหรือเป็นทางผ่านของน้ำเหลืองมาก ๆ มักจะโตและถ้าเชื้อภายในมีมากเกินกว่าที่ตัวมันเองจะทำลายได้ จะทำให้เกิดการอักเสบขึ้นที่นั้นได้



(รูปที่ ๑๘๘)

(lacteal หรือต่อมน้ำเหลืองของลำไส้เล็ก และของ mesentery ภาพนี้ได้จากภายหลังการฉีด metallic mercury)

สิ่งที่ช่วยควบคุมการไหลของน้ำเหลือง การไหลของน้ำเหลืองจาก tissue ไปยังเส้นโลหิตดำนั้น อาศัยสิ่งสำคัญ ๓ สิ่งคือ (๑) ความดันหรือ pressure ที่ต่างกันของ tissue fluid และน้ำเหลืองในเส้นน้ำเหลืองฝอย คือ tissue fluid มีความดันสูงกว่าน้ำเหลืองในเส้นน้ำเหลืองฝอย และความดันในเส้นน้ำเหลืองใกล้ท่อใหญ่ จะยิ่งมีความดันน้อยกว่าเส้นเล็ก ดังนี้เราก็อาจจะพูดได้ว่า เส้นน้ำเหลืองที่ประกอบกันขึ้นเป็นระบบเส้นน้ำเหลืองนั้น นำน้ำเหลืองจากบริเวณที่มีความดันสูง คือจาก tissues ไปยังบริเวณที่มีความดันต่ำ เช่นเส้นโลหิตดำใหญ่ของคอ

(๒) การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ และลิ้นภายในเส้นน้ำเหลือง การหดตัวของกล้ามเนื้อพวก skeletal ไปกดเส้นน้ำเหลือง และดันน้ำเหลืองให้เข้าสู่ท่อใหญ่และลิ้นที่มีอยู่ในเส้นน้ำเหลืองเป็นจำนวนมาก จะช่วยกันไม่ให้น้ำเหลืองไหลกลับ หรือไหลไปทางที่มันไม่ต้องการ กล้ามเนื้อที่อยู่ในระยะพักจะมีการไหลของน้ำเหลืองน้อย แต่ถ้าออกกำลังกายหรือมีการนวดจะมากขึ้น การเคลื่อนไหวของลำไส้ที่คล้ายลูกคลื่น (peristalsis) และการหดตัวเป็นระยะ ๆ ของกล้ามเนื้อของผนังลำไส้ ช่วยในการไหลของ chyle ที่อยู่ภายใน lacteal การเต้นของชีพจร ที่เกิดขึ้นกับเส้นโลหิตแดงเล็ก ๆ ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายนั้นช่วยได้น้ำเหลืองให้เข้าสู่ท่อน้ำเหลืองใหญ่

(๓) การเคลื่อนไหวของอวัยวะที่เกี่ยวกับการหายใจ การหายใจเข้าแต่ละครั้งทำให้ความดันภายใน thoracic duct น้อยกว่าความดันของน้ำเหลือง ที่อยู่ข้างนอกช่องอก ดังนั้นน้ำเหลืองข้างนอกจะถูกดูดเข้าสู่ท่อใหญ่ และตลอดเวลาที่มีการหายใจออก ความดันภายใน thoracic duct จะเพิ่มขึ้น น้ำเหลืองที่อยู่ภายในถูกลิ้นกันไม่ให้ไหลลง แต่ให้ไหลเข้าสู่ innominate vein

การบวม Edema น้ำเหลืองที่อยู่ตาม tissue ต่าง ๆ ของร่างกายมีจำนวนเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ถ้าร่างกายอยู่ในสภาพปกติ มันจะมีจำนวนค่อนข้างสม่ำเสมอกัน แต่ในรายที่ร่างกายไม่ปกติ จะมีการคั่งของน้ำเหลืองขึ้น ทำให้มีการบวมขึ้น การคั่งของน้ำเหลืองนี้อาจจะเกิดตามช่องน้ำเหลืองหรือ lymph spaces ใหญ่ ๆ หรือตาม serous cavity ได้

สาเหตุของการบวมมีดังนี้

— น้ำเหลืองไหลออกจาก tissues ไม่ได้เนื่องจากการอุดตันขึ้น

— ตามธรรมดาการมารวมกันของน้ำเหลืองตาม tissue นั้น เกิดขึ้นเร็วกว่าที่มันจะถูกระบายเข้าในเส้นน้ำเหลือง เพื่อส่งออกจาก tissues นั้น ๆ

— มีการเปลี่ยนแปลงโดยทั่ว ๆ ไปหรือเฉพาะแห่งของความดันในเส้นโลหิตฝอย

— เยื่อผนังของเส้นโลหิตฝอยจะสามารถให้อนุภาคของสารละลาย ผ่านเข้าออกได้มากขึ้น หรือเรียกว่าเพิ่มกำลังทาง permeable

— อาจจะเป็นอาการคั่นแรกของโรคใดโรคหนึ่งเช่นโรคหัวใจ โรคไต หรือมีการอุดตันเกิดขึ้นในเส้นโลหิตดำ

(รูปที่ ๑๕๐)

(รูปม้าม มองทางด้านที่ติดกับกระเพาะและไต แสดงถึงเส้นโลหิตของมัน) (Gerrish)

ม้าม

ม้ามเป็นอวัยวะที่มีเส้นโลหิตไปเลี้ยงมาก และม้ามเป็นต่อมน้ำเหลืองขนาดใหญ่ที่มีรูปคล้ายเมล็ดถั่ว ตั้งอยู่ใต้กระบังลมข้างหลังและทางซ้ายของกระเพาะอาหาร ถูกคลุม

และยึดให้อยู่กับที่ของมัน peritoneum ใต้เยื่อนี้ลงไปเป็น connective tissue ที่ประกอบกันเป็นเปลือกนอกของมัน หรือ capsules จาก capsule นี้มี trabeculae หรือเยื่อเหนียวแบน ๆ ไปประสานกันข้างใน ระหว่าง trabeculae นั้นมีร่างแหของเส้นโลหิตเล็ก ๆ และพวกเซลล์โลหิตมีพวกเม็ดโลหิตแดงและเม็ดโลหิตขาวหลายชนิดและ phagocytic cells ขนาดใหญ่ (macrophages ของ reticulo-endothelial system ทั้งหมดนี้เรียกว่า splenic pulp ซึ่งเป็นที่ช่วยรวบรวมสิ่งที่เป็นประโยชน์คืนจากเม็ดโลหิตแดงที่แตกสลายแล้ว และนอกจากนี้ช่วยทำลายพวกเชื้อโรคที่เข้าไป เช่นพวก bacillus typhosus ภายใน pulp นี้จะมีก้อน lymphoid tissue กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งเรียกว่า Malpighian follicle ที่เปลือกหรือ capsule ของม้าม และ trabeculae มีกล้ามเนื้อพวก smooth muscle ปนกับพวก connective tissue

ม้ามได้แขนงของ celiac artery คือ splenic artery ไปเลี้ยง ซึ่งแบ่งออกเป็นแขนงเล็ก ๒ แขนง หรือมากกว่า แขนงพวกนี้เข้าสู่ม้ามทาง hilum หรือตอนที่มันเว้าเข้าไป เส้นโลหิตที่เข้าสู่อวัยวะนี้ไม่เหมือนกับอวัยวะอื่น ๆ ภายหลังที่เข้าไปในม้ามเส้นโลหิตแดงจะแบ่งออกเป็นแขนงเล็ก ๆ มากมาย ซึ่งปลายของมันเป็น arteriole เปิดเข้าสู่ splenic pulp แล้วไหลกลับออกมาโดยเส้นโลหิตดำที่มีผนังบางมาก เส้นโลหิตดำเหล่านี้มารวมกันเป็น splenic vein และ splenic vein ไปรวมกับ superior mesenteric เป็น portal tube ซึ่งนำโลหิตไปสู่ตับ

หน้าที่ของม้าม ม้ามเป็นที่ ๆ ทำลายเม็ดโลหิตแดงที่หมดอายุแล้ว หรือเป็นที่ ๆ ให้เม็ดโลหิตแดงถูกทำลายโดยตับ นอกจากนี้ถ้าร่างกายออกกำลังกายมาก ๆ หรือมีอารมณ์แรง ๆ เกิดขึ้น พวกเม็ดโลหิตจะถูกปล่อยออกมาก Malpighian follicle เป็นที่เกิดของ lymphocytes มีผู้อธิบายว่าตลอดเวลาที่เด็กอยู่ในครรภ์ และถ้าในผู้ใหญ่ก็ภายหลังที่เป็นโรคโลหิตจางบางชนิด ม้ามจะเป็นที่ช่วยทำเม็ดโลหิตแดงและเม็ดโลหิตขาว ม้ามนี้เปลี่ยนแปลงขนาดได้ตามความต้องการของร่างกาย คือช่วยควบคุมทั้งคุณภาพและปริมาณของโลหิตในร่างกาย เช่นมันจะหดตัวตลอดเวลาที่ร่างกายกำลังทำงานหนัก หรือออกกำลังกายมาก และความดันภายในจะลดลง เพื่อช่วยให้เม็ดโลหิตแดง ในรายที่มีพิษเนื่องจากมี carbonmonaxia, asphyxia (หน้าเขียว) มีการตกเลือด ฯลฯ โครงสร้างของ

ม้ามนั้น สร้างไว้เพื่อให้เหมาะกับหน้าที่ของมัน เช่นช่วยในการไหลเวียนของโลหิต การที่มี smooth muscle fibers อยู่ในพวก trabeculae ทำให้การหดตัวของม้ามเป็นระยะ ๆ ประมาณทุก ๆ ๑ นาที และจะช้าลงตลอดเวลาที่มีการย่อยอาหาร และจะเร็วขึ้นในรายที่ร่างกายเกิดต้องการในระยะฉุกเฉิน ในม้ามนั้นมีโลหิตประมาณ ๑/๕—๑/๓ ของจำนวนโลหิตทั้งหมดของร่างกาย แต่ถ้าดูขนาดของม้ามในศพจะเห็นว่ามีขนาดเล็กลงมาก เพราะมันหดตัวภายหลังที่คนตายแล้ว

เซลล์, tissue fluid, น้ำเหลือง และ โลหิต ในรูปที่ ๑๙๒ แสดง alveolar ๒ อันของต่อม ซึ่งมีเซลล์ ซึ่งสมมติว่าขับ secretion ตลอดเวลา แต่จำนวนที่ได้ต้องแตกต่างกันบ้าง

สิ่งที่จะถูกขับออกมาเป็น secretion นั้นจะถูกนำมาที่ต่อมโดยพวกโลหิตพามา สารเหล่านั้นถูกกรองและอนุภาคของมันจะซึมแทรกผ่าน (diffusion) ออกไปตามผนังของเส้นโลหิตฝอยไปยัง tissue fluid แล้วผ่านไปยังเซลล์ของต่อม แล้วเซลล์ของต่อมจะทำให้เป็น secretion ผ่านออกมาตามท่อของต่อม secretion ที่ว่านี้เช่น pancreatic juice เป็นต้น ฯลฯ พวกน้ำเหลืองของเลือด (plasma of blood) ถูกกรองและซึมผ่านออกมาตามผนังของเส้นโลหิตฝอย เข้าไปใน tissue fluid และเข้าไปอาบเซลล์ของต่อมทั้งหลาย การเปรียบเทียบโลหิตกับน้ำเหลือง ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แสดงให้เห็นว่า serum albumin และ serum fibrinogen ไม่สามารถจะซึมผ่านผนังของเส้นโลหิตฝอยเพื่อเข้าไปใน tissue fluid ให้เร็วเท่ากับพวกน้ำและสารละลายของมัน ส่วน serum globulin นั้นไม่อาจจะผ่านออกมาได้เลยทีเดียว ในเวลาเดียวกันนั้นสิ่งที่เซลล์ของต่อมได้ผลิตขึ้น ก็จะซึมผ่านออกไปสู่ tissue fluid ได้ด้วย

สารเหล่านี้ (น้ำเหลืองของเลือดที่ออกมานอกเส้นเลือด และสิ่งที่เซลล์ของต่อมผลิตขึ้น) บางส่วนที่สามารถซึมผ่านผนังของเส้นโลหิตฝอยได้ทันที ก็จะถูกนำออกไปจากที่นั้นโดยโลหิต ส่วนสารบางอย่างเช่น โปรตีน ซึ่งไม่สามารถจะผ่านผนังของเส้นโลหิตได้ ก็ถูกนำเข้าสู่เส้นน้ำเหลืองฝอย และในที่สุดจะไปรวมกับโลหิตโดยไปถูกเทเข้าเส้นโลหิตดำใหญ่ที่อยู่ใกล้หัวใจ

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ

(รูปที่ ๑๘๑)

(เป็น section *บาง ๆ ของ* alveoli *ของต่อม ๒ อันที่อยู่ใน* areolar connective tissue *ใกล้ ๆ กับ* alveoli *นั้นมีเส้นโลหิตฝอย (ซึ่งมีเม็ดโลหิตแดงอยู่ภายใน) ซึ่งได้ถูกตัดเมื่อขณะทำ* section *นอกจากนี้ก็มีเส้นน้ำเหลืองฝอย ซึ่งมีผนังกว้างกว่าและบางกว่าผนังของเส้นโลหิตฝอย และปลายของมันตัน* areolar tissue *นี้เต็มไปด้วย* tissue fluid

ในสภาวะธรรมดา filtering pressure หรือความดันในการดูดหรือการซึมผ่านของสารที่อยู่ในเส้นโลหิตฝอยสูงที่สุด (เมื่อเปรียบเทียบกับความดันของ tissue fluid และของน้ำเหลือง) เพราะการบีบตัวของหัวใจ และการยืดหยุ่นของเส้นโลหิตแดง สารเหล่านั้นที่ถูกซึมผ่านออกมาจากเส้นโลหิตฝอย ไม่สามารถจะกลับเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยนั้นอีก แต่จะเข้าสู่เส้นน้ำเหลืองฝอย ดังนั้น หน้าที่ของเส้นน้ำเหลืองฝอยอีกอันหนึ่งก็คือ ช่วยเก็บ blood protein จาก tissue fluid เข้าสู่กระแสโลหิต และเข้าสู่หัวใจ

หน้าที่อีกอย่างหนึ่งคือ รักษาปริมาตร และความดันภายในบริเวณที่เป็นที่อยู่ของ tissue fluid หัวใจและเส้นโลหิตแดงจะรักษา hydrostatic pressure หรือความดันของโลหิต เพื่อให้โลหิตส่งไปตามเซลล์ได้เพียงพอ ถ้าไม่มี hydrostatic pressure เซลล์จะได้รับโลหิตไม่พอ และจำนวนเส้นน้ำเหลืองฝอยจะมีมากกว่าน้ำเหลือง

จำนวนน้ำเหลืองของโลหิตที่ซึมผ่านออกจากเส้นโลหิตฝอย เพื่อเข้าไปตามช่องว่างระหว่างเซลล์โดยตรงนั้น ต้องแล้วแต่ความแตกต่างใน hydrostatic pressure หรือความดันของโลหิตที่ปะทะผนังด้านใน และด้านนอกของเส้นโลหิตฝอย และต้องแล้วแต่ขนาดของอนุภาคของสารที่จะสามารถผ่านไปตามผนังของเส้นโลหิตฝอยได้

สารบางอย่างผ่านเข้าสู่ tissue โดยวิธีการณ์ฟุ้งกระจาย (diffusion) มากกว่าวิธีการกรอง (filtering) และสารที่จะเข้าสู่เซลล์นั้นต้องแล้วแต่เซลล์นั้น ๆ จะเลือกตามชนิดของเซลล์ และตามความต้องการของมัน ตัวอย่างเช่นเซลล์ของ alveoli ของตับอ่อนจะเลือกเอาสารที่ต่างกับเซลล์ของเยื่อมูกที่บุกระเพาะอาหาร การเลือกเอาสารที่ต่อมหรือเซลล์แต่ละชนิดต้องการนี้ ขั้นแรกจะเกิดที่เยื่อของเซลล์ที่อนุญาตให้อนุภาคของสารผ่านได้ และต่อไปก็แล้วแต่ความเข้มข้นของสารละลายทั้ง ๒ ด้านของผนังเซลล์ และแล้วแต่ catalysts ในเซลล์ จำนวนของสารที่เซลล์ได้เลือกแล้วนี้จะเข้าสู่เซลล์มากหรือน้อยแล้วแต่ความเข้มข้นของสารละลายที่อยู่ข้างนอกและข้างในเซลล์ และแล้วแต่เนื้อที่ของเซลล์และรอบนอก นอกจากนี้ยังมีเวลา และอุณหภูมิ เป็นต้น

จะเห็นได้อย่างชัดแจ้ง ถึงความสัมพันธ์อย่างใหญ่หลวงระหว่างเซลล์ของ ต่อมและ tissue fluid ที่อยู่รอบ ๆ เซลล์ และเส้นโลหิต นอกจากนี้ก็มีน้ำเหลืองซึ่งเป็นแต่เพียงส่วนช่วย ถ้าไม่กล่าวถึงวิธีการณ์ที่เยื่อผนังของเซลล์เลือกเอาสารชนิดที่มันต้องการแล้ว ก็มีสิ่งสำคัญอีกอันหนึ่ง ที่เกี่ยวข้อง กับการ ที่สารนั้น ๆ จะถูกเลือก เข้าไปสู่ เซลล์สิ่ง นั้น คือ enzymes พิเศษที่มีในเซลล์ สารอะไรก็ตาม (สมมุติเป็นสาร เอ และสารบี) ที่ enzymes ที่เซลล์ต้องการจะถูกย่อยให้เป็นสารใหม่ซึ่งเซลล์ผลิตขึ้น เช่นน้ำย่อยของตับอ่อน (pancreatic juice) หรือน้ำย่อยของกระเพาะอาหาร (gastric juice) ดังนั้นสารละลายอย่างอื่นภายในเซลล์จะอ่อนลง ถ้าโลหิตที่ผ่านไปถึงเส้นโลหิตฝอยไม่มีสารพวก เอ และบี ป้อนให้เซลล์

ของตับอ่อน และเซลล์ของกระเพาะอาหารอยู่ตลอดเวลา สารละลายภายในเซลล์จะสูง

ถ้าน้ำย่อยตับอ่อน และน้ำย่อยของกระเพาะอาหารถูกทำมากขึ้น โลหิตที่ไหลไปสู่เส้นโลหิตฝอยจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ชีพจรจะเต้นเร็วและแรงขึ้น กระแสโลหิตจะไหลเร็วขึ้นนิดหน่อย) เส้นโลหิตฝอยจะโตขึ้นเล็กน้อย และบางเส้น (ที่เวลาอื่นปิด) จะถูกเปิดออก ผนังของมันจะกรองและให้สารแทรกผ่านได้เร็วขึ้น tissue fluid จะมีจำนวนเพิ่มขึ้น และมีสารพวกที่เซลล์ต้องการเพิ่มขึ้น สารพวกที่ทำให้เกิดเป็นน้ำย่อยตับอ่อนจะผ่านเข้าสู่เซลล์ของตับอ่อน และสารที่จะทำน้ำย่อยของกระเพาะจะผ่านเข้าสู่เซลล์ของกระเพาะอยู่เรื่อย ๆ และถูกทำเป็นสารใหม่อยู่เรื่อย ๆ ความเข้มข้นของมันไม่มีการเปลี่ยนแปลง ว่าจะข้นหรือจางลงนอกจากว่า สารเดิมที่เอาไปทำเป็นน้ำย่อยนั้น ต้องส่งไปให้เซลล์ เพียงพอตามเวลาของมัน แต่ก็ไม่ใช่ว่ามันจะมีในโลหิตเข้มข้นขึ้น แต่เป็นเพราะว่าโลหิตไหลออกไปสู่เส้นโลหิตฝอยเพิ่มขึ้น

ในเวลาเดียวกันที่เซลล์เหล่านั้นทำงาน เส้นน้ำเหลืองฝอยก็จะช่วยนำสารเหล่านั้น และ blood protein ที่ซึมออกมาจากเส้นโลหิตฝอย ซึ่งเป็นการช่วยแบ่งงานทำ โดยไม่ทำให้ความเข้มข้นของมันเปลี่ยนแปลงหรือผิดไปจากของเหลวของร่างกายอื่น ๆ

ข้อสังเกตุเกิดขึ้นว่า เมื่อเส้นโลหิตฝอยส่วนมากในกล้ามเนื้อเปิดรับโลหิต เนื้อที่ของเส้นโลหิตฝอยทั้งหมดย่อมเพิ่มขึ้น ความกว้างของผนังของเส้นโลหิตฝอยจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นจำนวนของโลหิตที่ไหลเข้าสู่กล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้น เซลล์ทั้งหลายถึงแม้จะอยู่ไกลจากเส้นโลหิตฝอยก็เหมือนอยู่ใกล้ขึ้น ความแตกต่างในความดันของอ๊อกซิเจนภายในและภายนอกของเส้นโลหิตฝอยจะลดลง และอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น กระแสโลหิตไหลเร็วขึ้น

นี่แสดงว่าเซลล์ต้องทำงาน (metabolism และ oxidattion) มากขึ้น เมื่อกล้ามเนื้อต้องออกกำลังมาก ของเสียที่เซลล์ต้องถ่ายออก เช่นคาบอนไดอ๊อกไซด์จะมากขึ้น ทำให้ส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในเซลล์ของกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ควบคุมจำนวนและการไหลเวียนของโลหิตไปสู่กล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นการควบคุมโดยอัตโนมัติ เพื่อให้ความต้องการของเซลล์ในการที่จะได้อาหาร และการระบายของเสียนั้นมีอัตราเสมอ

กัน ถ้าโลหิตให้ออกซิเจนแก่เซลล์ไม่เพียงพอ และเซลล์ต้องถ่ายของเสียออกจากเซลล์มากเกินไป จะทำให้เซลล์ขาดออกซิเจน ร่างกายจะรู้สึกเหนื่อยทันที

การควบคุมโดยอัตโนมัตินี้ เพื่อให้โลหิตไปเลี้ยง หรือไปช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อได้เพียงพอ ทั้งนี้รวมทั้งการเต้นของชีพจร และความแรงของมัน peripheral resistance ทั้งหมดหรือเฉพาะแห่งของเส้นโลหิต ทั้งจำนวนของการหายใจ และอากาศที่หายใจเข้าไป สิ่งเหล่านี้มีให้พอดีกับความต้องการของร่างกายด้วย หรือจะพูดก็คือให้พอกับการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย การควบคุมนี้อยู่ที่การรักษาระดับของสารเคมีที่มีอยู่ใน tissues และระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับ tissues ต่าง ๆ ด้วย

ทั้งหมดนี้เป็นความสัมพันธ์ในหน้าที่ของน้ำเหลือง ของโลหิต และ tissue fluid โลหิตช่วยนำเอกสารต่าง ๆ (ทั้งไปและกลับ) จำนวนของโลหิตที่ไปสู่กล้ามเนื้อ และเส้นโลหิตฝอยทุก ๆ นาทีนั้น เพื่อการแลกเปลี่ยนสารกับเซลล์ต่าง ๆ จะดำเนินไปอยู่เรื่อย ๆ สำหรับเซลล์ของกล้ามเนื้อนั้นจะมีโลหิตอยู่อย่างเข้มข้น เพราะว่ามันต้องเคลื่อนไหวอยู่เรื่อย ๆ และเก็บพวกของเสียไว้น้อย

ในเซลล์ต่าง ๆ อาหารจะถูกใช้ให้หมดไป และมีของเสียเกิดขึ้นแทน

สำหรับ tissue fluid เป็นของเหลวที่อยู่ระหว่างโลหิตกับสิ่งที่อยู่ข้างในเซลล์ ซึ่งถูกกั้นด้วยเยื่อบาง ๆ แต่ถ้าพูดถึงส่วนประกอบในทางเคมีและทางลักษณะโดยทั่วไปแล้วก็คล้าย ๆ กัน ในเซลล์มี catalysts ควบคุมอัตราการเปลี่ยนแปลงในระดับของสารเคมีเพื่อให้การใช้อาหารและการถ่ายเทของเสียนั้นพอดี เพื่อให้โลหิตนำอาหารมาให้ และนำของเสียกลับไปได้ทัน ทั้งนี้มี tissues fluid ช่วยอีกที

ทั้งหมดนี้เป็นความจริงที่ว่าโลหิตที่ไหลกลับมาจาก tissue ทั้งหมดของร่างกายนั้นถูกผสมกันที่หัวใจ โดยเหตุนี้ tissue ต่าง ๆ ทั่วร่างกายก็ได้รับโลหิตอันเดียวกัน เพื่อการทำงานให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

สรุป

- **น้ำเหลือง**
  - ที่มาของน้ำเหลือง
    - โดยซึมผ่านมาจากผนังของเส้นโลหิตฝอย
    - หรือขับออกมาจาก endothelial cells
  - ความหมาย
    - น้ำเหลือง
    - tissue fluid
  - ชนิด
    - Intercellular — เป็น tissue fluid อยู่ระหว่างเซลล์
    - Intervascular
      - เป็นพวกน้ำเหลืองที่อยู่ในเส้นน้ำเหลือง
      - chyle
    - Serum
      - pericardial fluid
      - pleural fluid
      - peritoneal fluid
    - ของเหลวอื่น ๆ
      - น้ำไขสันหลัง Cerebrospinal fluid
      - น้ำไขข้อและใน bursae (เยื่อหุ้มเอ็น)
      - Endolymph และ perilymph ในหูชั้นใน
      - fluid ในตา
  - หน้าที่
    - นำอาหารจากโลหิตไปให้ tissue
    - นำของเสียจาก tissue ไปให้โลหิต
    - ทั้งหมดนี้อาศัยวิธี diffusion
  - ลักษณะ
    - เป็นของเหลวมีสีเหลืองหรือไม่มีสี
    - รสเค็ม ไม่มีกลิ่น
    - ประกอบด้วย blood plasma และ lymphocytes ความถ่วงจำเพาะอยู่ในระหว่าง ๑.๐๑๕–๑.๐๒๓
    - มี blood protein ค่อนข้างต่ำ
    - มีพวกอาหาร อยู่น้อย
    - มีพวกของเสียที่เซลล์ถ่ายออกค่อนข้างมาก
    - จับกันเป็นก้อนช้า และก้อนนั้นไม่แข็ง

- ระบบเส้นน้ำเหลือง
  - เส้นน้ำเหลือง
    - เส้นน้ำเหลืองฝอย (lymph capillaries)
    - เส้นน้ำเหลืองใหญ่ (lymphatics)
    - Thoracic duct
    - Right lymphatic duct
    - Lacteals
  - Expanded lymph spaces
  - ต่อมน้ำเหลือง

- เส้นน้ำเหลือง
  - เส้นน้ำเหลืองฝอย
    - ตั้งต้นใน tissue
    - ผนังเป็น endothelium ชั้นเดียวเป็นหยัก ๆ
    - ตอนที่มันตั้งต้นเล็กมากต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นว่าปลายของมันตัน แล้วเส้นเหล่านี้จะรวมกันเป็น lymphatics
    - ให้แขนงออกไปเหมือนกับเส้นโลหิตฝอย
  - เส้นน้ำเหลืองใหญ่ — มีผนัง ๓ ชั้น — มีลิ้นภายในมาก
  - Thoracic duct
    - ตอนที่เริ่มต้นเป็นตอนที่ขยายออกมากเรียกว่า cisterna chyli อยู่ข้างหน้าของกระดูกเอวอันที่ ๒
    - ยาว ๓๗–๔๕ ซม. กว้าง ๔–๖ มม.
    - มีผนัง ๓ ชั้น มีลิ้นภายในมาก
    - รับน้ำเหลืองจากด้านซ้ายของศีรษะ คอ และหน้าอก แขนด้านซ้าย ท้องทั้งหมด และขาทั้ง ๒ ข้าง นอกจากนี้รับ chyle จาก lacteals
    - เทน้ำเหลืองและ chyle เข้าสู่ Lt. innominate vein
  - Rt. lymphatic duct
    - ยาวประมาณ ๑.๒๕ ซม.
    - รับน้ำเหลืองจากด้านขวาของศีรษะ และคอ หน้าอก แขนขวา
    - เทน้ำเหลืองเข้าสู่ Rt. innominate vein
  - ชนิดต่าง ๆ (แบ่งตามที่อยู่)
    - พวกที่อยู่ตื้น — อยู่ภายใต้ผิวหนัง มักทอดคู่ไปกับ superficial vein
    - พวกที่อยู่ลึก — ทอดไปกับพวกเส้นโลหิตที่อยู่ลึก

(มีต่อหน้าหลัง)

- เส้นน้ำเหลือง (ต่อ)
  - Lacteals
    - เส้นน้ำเหลืองของลำไส้
    - ส่วนมากเริ่มต้นที่ villi ของลำไส้เล็ก
    - ภายในมี
      - ในเวลาย่อยมี chyle
      - ในเวลาไม่ได้ทานอาหารมีน้ำเหลือง
    - ช่วยดูดซึมสารพวกไขมัน
  - expanded lymph spaces
    - ช่องปอด ช่องหัวใจ ช่องท้อง และช่องระหว่างเยื่อหุ้มไขสันหลัง ช่องน้ำเหลืองของตา หู และในเยื่อหุ้มเอ็นที่อยู่ที่ข้อ (synovial bursae)
  - หน้าที่
    - ระบบน้ำเหลืองออกจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และช่วยส่งกลับเข้าสู่ Innominate vein
- ต่อมน้ำเหลือง
  - ลักษณะ
    - รูปร่าง
      - รูปไข่
      - รูปเมล็ดถั่ว
    - ขนาดต่าง ๆ กัน จากหัวเข็มหมุด ถึงลูกพุทราขนาดกลาง
    - เปลือกนอกเป็น connective tissue กับใยของกล้ามเนื้อปนเล็กน้อย
    - ภายในแบ่งออกเป็นช่องคล้ายกับฟองน้ำ
    - ภายในช่องเหล่านั้นเต็มไปด้วย lymphoid tissue มี afferent vessles นำน้ำเหลืองเข้าสู่ต่อมและ efferent vescles นำออก
    - มีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก
  - ที่อยู่
    - มีพวกอยู่ตื้นและพวกที่อยู่ลึก
    - โดยมากอยู่เป็นกลุ่ม ๆ หรืออยู่ติดกันเป็นสายโซ่ข้าง ๆ เส้นน้ำเหลืองใหญ่ ๆ
    - ที่ศีรษะ
      - (๑) อยู่หลังศีรษะและคอรับน้ำเหลืองของหนังศีรษะ
      - (๒) อยู่หลัง sternomastoid รับน้ำเหลืองบริเวณ
        - หลังลิ้น pharynx
        - ช่องจมูก เพดาน
        - ปาก หน้า
      - (๓) อยู่ข้างล่างหู
        - รับจากพื้นของปาก

ต่อมน้ำเหลือง (ต่อ)

- ที่อยู่
  - แขน
    - (๑) กลุ่มเล็ก ๆ อยู่ที่ข้อพับของ
      - มือ
      - แขน
    - (๒) ที่รักแร้มีมาก — รับน้ำเหลืองจากพวกแรกและบริเวณรักแร้
    - (๓) มีเป็นกลุ่มใหญ่อยู่ใต้ pectoral-muscle — รับน้ำเหลืองจากต่อมนม ผิวหนังและกล้ามเนื้อของอก
  - ขา — รับน้ำเหลืองจากขาและด้านล่างของผนังท้อง
    - (๑) มีต่อมอยู่บริเวณส่วนบนของ anterior tibial vessle
    - (๒) มีมากในบริเวณข้อพับของเข่า
    - (๓) กลุ่มใหญ่อยู่ที่ขาหนีบ
  - ท้องและอุ้งเชิงกราน
    - (๑) พวกที่อยู่ที่ผนัง (parietal group) — อยู่ด้านหลัง เยื่อบุช่องท้อง ติดต่อกับเส้นโลหิตใหญ่ ๆ
    - (๒) พวกที่อยู่ที่อวัยวะภายใน (visceral group) — ติดต่อกับ visceral artery
  - อก
    - (๑) พวก parietal group — อยู่ที่ผนังอก
    - (๒) พวก visceral group ติดต่อกับ — หัวใจ เยื่อหุ้มหัวใจ ปอด เยื่อหุ้มปอด ต่อมไธมัส และ esophagus
- หน้าที่
  - (๑) เป็นที่เกิดของ lymphocytes
  - (๒) กรอง และช่วยป้องกัน (preventive & protective)

Edema หรือการบวม
- การคั่งของน้ำเหลืองตาม tissues
- ทั้งนี้อาจจะเนื่องจาก
  - น้ำเหลืองถูกสร้างมากเกินไป
  - มีการอุดตันทางเดินของน้ำเหลือง

ม้าม — ลักษณะ
- มีเส้นโลหิตไปเลี้ยงมาก เป็นต่อมน้ำเหลืองใหญ่รูปร่างคล้
- อยู่ใต้กระบังลม ทางหลังและด้านซ้ายของกระเพาะ
- เปลือกนอกเป็น fibrous tissue ข้างในเป็นร่าง
- และข้างในของ trabeculae นั้นมี Splenic

- **ม้าม**
  - **ลักษณะ (ต่อ)**
    - Malpighian follicle เป็นกลุ่มของ lymphoid tissue ที่กระจายอยู่ใน splenic pulp
    - เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงคือ Splenic artery (แขนงของ Celiac artery) ซึ่งแบ่งออกเป็น ๖ แขนง หรือมากกว่านี้ เข้าสู่ม้ามทาง hilum
  - **หน้าที่**
    - (๑) เป็นที่ทำลายเม็ดโลหิตแดง หรือเป็นที่เตรียมเม็ดโลหิตแดงให้ไปถูกทำลายในตับ
    - (๒) เป็นที่เก็บเม็ดโลหิต
    - (๓) Malpighian follicle ทำให้เกิด lymphocytes ตลอดเวลาที่เด็กอยู่ในครรภ์ช่วยสร้างเม็ดโลหิตแดง (erythocytes) และภายหลังที่คลอดแล้วบางรายอาจจะสร้างได้

- **Tissue fluid**
  - **ที่อยู่**
    - อยู่รอบ ๆ เซลล์ทั้งหลาย
    - อยู่ระหว่าง Areolar connective tissue และ tissues อื่น ๆ
  - **ที่เกิด**
    - เป็นพวก น้ำเหลืองของโลหิต (Blood plasma) ที่ผ่านออกมาจากผนังของเส้นโลหิตฝอย
    - เป็นพวกสารที่มีในเซลล์ที่ผ่านออกมาจากผนังของเซลล์ เยื่อผนังของเซลล์กรองได้ทั้ง ๒ ทาง คือเป็นเยื่อที่มีการแลกเปลี่ยนอนุภาคของสาร จากเซลล์และ tissue fluid ทั้งนี้รวมเซลล์ที่เป็นผนังของเส้นโลหิตฝอย
  - **ส่วนประกอบ**
    - ทางเคมีและลักษณะภายนอกเหมือนกับน้ำเหลืองของโลหิต (blood plasma) และน้ำภายในเซลล์ (protoplasm)
  - **หน้าที่** — ติดต่อระหว่างโลหิต น้ำเหลือง และ เซลล์

บทที่ ๑๖

ต่อม, secretion, enzymes และ (hormones) ฮอร์โมนต่าง ๆ

อวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายจะทำหน้าที่ได้ ก็ต้องอาศัยการทำงานของระบบประสาท และสารเคมีบางชะนิดที่มีอยู่ใน body fluid ที่ไหลเวียนกันไปตาม tissues ต่าง ๆ ซึ่งทำให้ tissues เหล่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในรูปร่าง และส่วนประกอบทางเคมี เพื่อให้ชีวิตดำรงอยู่ ทีแรกการเปลี่ยนแปลงนั้นก็เกิดขึ้นเฉพาะแห่งใดแห่งหนึ่งเท่านั้น ต่อไปก็กระทบกระเทือนไปยังอวัยวะส่วนอื่น ๆ ด้วย

ต่อม

กรมศิลปากร

ต่อมเป็นเซลล์ ๆ เดียวหรือหมู่ของเซลล์ที่ทำหน้าที่ โดยตรง ในการ เอาสาร อย่างใดอย่างหนึ่งออกมาจากเลือด และทำให้เกิดเป็นสาร ใหม่ เซลล์ที่มีชีวิตทั้งหลาย ต่างก็มีคุณสมบัติในหน้าที่นี้ เมื่อมันทำให้สาร ใหม่เกิดขึ้นมันจะขับออกมาจากตัวมัน สารที่ขับออกมานี้ ก็ต้องแล้วแต่ชะนิดของเซลล์ และสารที่ขับออกมานั้นอาจจะส่งเข้าไปใ อวัยวะใดโดยเฉพาะ หรือบางทีก็ส่งออกไปทางผิวหนัง บางทีก็ให้มันกลับเข้าไปในเส้นโ ตใหม่ หน้าที่ของมันเหล่านี้กำลังเป็นที่สนใจของนักศึกษาทั้งปวง เพราะต่างก็อยากจะรู้ว่า สารที่เซลล์ทั้งหลายได้ขับออกมานี้เกี่ยวข้องกับชีวิตและการเปลี่ยนแปลงของร่างกายอย่างไร

การจำแนกชะนิดของต่อมต่าง ๆ ต่อม อาจจะ แบ่งออก เป็นพวก ใหญ่ ๆ ได้ ๒ ชะนิด คือ (๑) Exocrine gland หรือต่อมชะนิดที่มีท่อ ต่อมชะนิดนี้ขับสารที่เรียกว่า secretion (สิ่งที่ขับออกมานั้นมีประโยชน์ต่อมร่างกาย) ออกมา เพื่อส่งเข้าไปในอวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง หรือไปที่ผนังของร่างกาย โดยไปตามท่อที่ออกมาจากต่อมนั้น ๆ (๒) endocrine glands เป็นต่อมไม่มีท่อ secretions ที่ขับออกมาจากต่อมนั้น จะถูกดูดซึมเข้าไปในกระแสโลหิต และ tissues fluid อื่น ๆ นอกจากนี้มีต่อมหลายต่อมที่ทำหน้าที่ เป็นทั้งต่อมที่มีท่อแล ที่ไม่มีท่อ ตัวอย่างเช่นตับอ่อน โดยเหตุนี้ ต่อมนี้จึงเรียกว่า heterocrine gland นี้ ต่อมเหล่านี้บางทีก็เรียกชื่อตามชะนิดของสิ่งที่มันขับออกมา เช่นเรียกพวกที่ หรือมูกว่า mucous gland หรือเรียกพวกที่ขับ serum หรือน้ำเหลืองว่า sero

บางชนิดก็ขับทั้ง ๒ อย่างปนกัน ต่อมชนิดนี้จะมีทั้งเซลล์พวก mucous และ serous เช่น submaxillary salivary glands ทุกเซลล์ของร่างกายเราอาจจะคิดว่า เซลล์หนึ่งเป็นต่อมหนึ่งในฐานะที่มันก็ทำหน้าที่ขับบางสิ่งออกมาจากตัวมันเหมือนกัน แต่สิ่งที่มันขับออกมานั้นอย่างน้อยก็เป็น excretion (ของเสียที่เซลล์ไม่ต้องการ)

ต่อมที่มีท่อ

ต่อมพวกนี้อาจจะประกอบด้วยเซลล์ๆ เดียว หรือเป็นหมู่ของเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายถุงฝังอยู่ตามเยื่อบุต่าง ๆ หรืออาจจะเป็นเซลล์เป็นจำนวนมากเช่นเยื่อบุต่าง ๆ เพราะเซลล์ของเยื่อเหล่านั้นก็ขับ secretions ต่าง ๆ หรือเช่นพวกตับอ่อน หรือตับ epithelial cells ที่ประกอบเป็นต่อมเหล่านี้ มี areolar connective tissue ยึดไว้ภายใน connective tissue นี้มีร่างแหของเส้นโลหิตฝอยอยู่รอบ ๆ secreting cells และบริเวณนี้ก็มีเส้นประสาทมาสู่มาก สิ่งที่จะมากระตุ้นเส้นประสาทเหล่านี้ เพื่อให้เซลล์ผลิตสารขึ้นมามากหรือน้อยนั้นอาจจะเนื่องมาจากประสาทหรือว่าสารเคมีอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ งานของเซลล์ที่ทำหน้าที่ขับสารเหล่านั้น แบ่งออกเป็น ๒ ระยะคือ (๑) ในระยะที่กำลังทำงาน หมายถึงการผลิตสารได้จากโลหิต และผลิตให้เกิดเป็นสารใหม่ รวมทั้งการที่ขับออกไปนอกต่อมนั้น ๆ ด้วย (๒) ระยะที่พักฟื้น เป็นระยะที่ protoplasm ของเซลล์ในต่อมนั้นเต็มไปด้วย granules (ในระยะที่ ๑ ไม่มี protoplasm จะใสและตัวเซลล์จะย่น) ต่อมชนิดนี้แยกออกเป็นโครงสร้างดังนี้คือ

- Unicellular เซลล์เดียว
  - ธรรมดา (เซลล์ทั่ว ๆ ไป)
  - goblet
- Multicellular หลายเซลล์
  - ชนิดเป็นท่อ tubular
    - อันเดียว
    - เป็นแขนง
  - ชนิดเป็นถุง saccular
    - อันเดียว
    - หลายอัน
    - เป็นพวง
  - ชนิดที่เป็นทั้งถุงและท่อ tubulosaccular

Secretion หมายถึงสารชนิดหนึ่งที่เซลล์เป็นผู้ทำขึ้นจากโลหิตและ tissue fluids ซึ่งแบ่งออกเป็น external secretion หมายถึง secretion ที่เซลล์ไม่ได้ขับเข้าไปในโลหิต ตัวอย่างเช่นน้ำย่อยต่าง ๆ เช่นน้ำลายน้ำย่อยของกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ก็มีน้ำตา เหงื่อ น้ำนม เป็นต้น secretions ของต่อมเหล่านี้เรียกว่า enzymes

Enzymes เป็นสารผสมของพวกโปรตีน ที่ทำหน้าที่เหมือนกับ catalyzers นั่นคือ เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แต่ตัวมันเองไม่ปรากฏตัวออกมาในสารที่เกิดขึ้นนั้น enzymes ที่ขับออกมานอกเซลล์หรือต่อมนั้นเรียก exoenzymes เช่นพวก pyaline ของต่อมน้ำลาย พวก enzymes ที่เก็บไว้ภายในเซลล์เรียก endoenzymes เช่นพวก glycogenase ลักษณะของ enzymes นั้นคือ มันจะทำหน้าที่ได้ดีที่สุดในเมื่อร่างกายอยู่ในอุณหภูมิปกติ และ enzymes อย่างเดียวกันทำหน้าที่กับ medium ที่มีฤทธิ์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ เช่นอาจจะชอบ medium ที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่างหรือเป็นกลาง เช่น pepsin จะทำหน้าที่ก็แต่ใน medium ที่เป็นกรด ส่วน trysin นั้น จะย่อยพวกโปรตีนก็ได้แต่ในพวก medium ที่เป็นด่างหรือเป็นกลาง นอกจากนี้ enzymes แต่ละชนิดก็ทำหน้าที่โดยเฉพาะเช่น พวกที่ทำหน้าที่ย่อยไขมันจะไม่ย่อยพวกแป้ง

ธรรมชาติของ enzymes คือ จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการย่อยอาหารในทางเดินอาหาร ซึ่งโดยมากก็เป็นปฏิกิริยาของพวกโปรตีน และการทำงานของ enzymes จะไม่ได้ผลหรือลดลง ถ้า enzymes นั้นอยู่ในภาวะที่กระด้างหรือแข็งตัว เพราะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น

Coenzymes หมายถึงสารชนิดใดชนิดหนึ่งที่ให้ความช่วยเหลือในการทำหน้าที่ของมันได้ ตัวอย่างเช่น น้ำดีที่ช่วย lipase ในการย่อยพวกไขมันเป็นต้น

(รูปที่ ๑๘๒)

(แสดงชนิดต่าง ๆ ของต่อม)

ต่อมที่ไม่มีท่อ

ต่อมชนิดนี้ขับ secretion เข้าไปในกระแสโลหิต หรือ body fluids เช่นพวกตับอ่อนก็มี insulin ต่อมของกระเพาะก็มี gastrin ต่อมของ duodenum ก็มี secretin และตับก็มี glucons ฯลฯ สิ่งที่ต่อมพวกนี้ขับออกมาเรียก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะให้เซลล์ต่างๆเจริญตามที่ควร โดยทำงานร่วมกับระบบประสาท และ body fluids ในการทำงานต่าง ๆ ของร่างกายให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

Hormones และ enzymes ต่างกันหลายอย่างคือ enzymes จะเสียสมรรถภาพถ้าได้รับความร้อนหรือต้ม แต่ hormones ไม่เสีย enzymes ไม่สามารถซึมผ่านผนังของเซลล์ต่าง ๆ ได้ (dialyzable) แต่ hormones ได้นอกจากนี้ enzymes ไม่สามารถจะสร้าง

หรือให้ความเจริญเติบโต แก่เซลล์ (synthesized) แต่ hormones ทำ

วิธีการณ์ที่จะศึกษาเรื่อง hormones นั้นสังเกตจากการที่ร่างกายเป็นโรคต่างๆ หรือการที่ผ่าตัดเอาต่อมบางอันออก แล้วเอาสารที่สกัดมาจากต่อมนั้น จากคนอื่นฉีดแทนหรือการทำสารเทียมที่ฉีดเข้าไปในสัตว์ทดลอง ฯลฯ

ต่อมที่ไม่มีท่อได้แก่

ต่อมไธรอยด์ ต่อมนี้มี ๒ ซีก อยู่ ๒ ข้างของหลอดลมใหญ่ ใต้ thyroid cartilage แต่ละซีกของมันติดกันโดย isthmus ซึ่งเป็น tayroid tissues ซึ่งแทรกลงไปข้างในไป แบ่งต่อมนี้ออกเป็นถุงเล็กๆ (vesicles) ภายใน vesicles นั้นมี epithelial cells บุอยู่

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๑๕๓)

(ต่อมไธรอยด์และเส้นโลหิตที่อยู่ในบริเวณนั้น) (Gerrish)

ซึ่งเซลล์เหล่านี้ขับพวก colloids หรือสารที่มีลักษณะคล้าย ๆ วุ้น colloids นี้เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิด hormones ต่อมไธรอยด์นี้มีเส้นน้ำเหลืองมาสู่มาก และมีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมากด้วย เส้นโลหิตเหล่านี้มาจาก external carotid และ subclavian artery และกลับออกไปทาง superior, middle และ inferior thyroid veins ไปยัง jugular และ Lt. innominate veins

เส้นประสาทที่มาสู่ต่อมไธรอยด์นี้มาจาก cervical ganglia ของ sympathetic system ที่ออกมาจากไขสันหลังตอนอกเส้นที่ ๒—๕ และจาก vagus และ glossopharyngeal nerves ของ parasympathetic system

หน้าที่ของต่อมไธรอยด์ให้ hormone ที่ชื่อ thyroxine ซึ่งควบคุมการทำงาน การเผาผลาญ (metabolism) และการเจริญวัย และการเติบโตของร่างกายในวัยรุ่น นอกจากนี้ยังเป็นที่เก็บไอโอดีน ซึ่งอาจจะเก็บอย่างมาก ๑๐—๑๕ มิลลิกรัม ในรายที่ต่อมนี้ให้ hormone น้อย (hypoactivity) จะทำให้ metabolic rate ลดลงถึง ๕๐ เปอร์เซ็นต์ ส่วนในรายที่ต่อมให้ hormone มาก (hyperactivity) Basal metabolic rate อาจจะสูงขึ้น ๕๐ เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่านี้ การฉีด hormone ชนิดนี้ทำให้ basal metabolic rate สูงขึ้น และสารพวกไนโตรเจนจะถูกขับออกจากร่างกายมากขึ้นทำให้น้ำหนักลดลง หัวใจเต้นเร็วขึ้น ตื่นตกใจง่าย ซึ่งเรียกอาการเหล่านี้ว่า tachycardia

ขนาดของต่อมไธรอยด์ แล้วแต่อายุ เพศ และการได้รับอาหารของบุคคลนั้น ๆ แต่โดยมากต่อมนี้โตตอนเป็นเด็ก ๆ และโดยเฉพาะในผู้หญิง และในคนที่ได้รับอาหารดี ถ้าตัดเอาต่อมนี้ออกไม่ถึงกับทำให้ตาย แต่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นในร่างกาย เช่นอัตราของ metabolism ต่ำ และมีอาการของโรคขาดอาหาร secretion ที่ต่อมนี้ขับออกมาอาจจะมีมากเกินปกติ เรียกว่า hyperthyroidism หรือน้อยกว่าปกติเรียกว่า hypothyroidism

Goiter หรือโรคคอพอก เป็นโรคที่ต่อมไธรอยด์โตผิดปกติ ทำให้ต่อมนี้ทำงานมากขึ้น เพราะจำนวนไอโอดีนที่มีในต่อมลดลง อาจจะเนื่องจากการได้รับไอโอดีนจากอาหาร และจากน้ำไม่เพียงพอ จึงเกิดเป็นโรคคอพอก โรคนี้มักจะพบในเด็กวัยสาว แต่

การที่ได้รับไอโอดีนเพียงพอกับความต้องการของร่างกายทำให้ไม่เป็นโรคนี้

โรคคอพอกที่เกิดจากต่อมทำงานน้อยเกินไปเรียก hypothyroidism อาจจะเป็นเพราะในเด็ก ๆ ต่อมเจริญไม่ปกติ เด็กเกินไป อาจจะเป็นกรรมพันธ์ (cretinism) หรือถ้าเด็กโตแล้ว แต่มีการผ่าตัดเอาต่อมออก เรียก myxedema คนไข้จะมีอาการเหมือนกับคนที่ขาด hormone ของต่อมนี้เหมือนกัน

แต่ถ้าต่อมนี้ทำงานมากเกินไปหรือให้ secretion มากเกินปกติเรียก hyperthyroidism ทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า exophthalmic goiter ชะนิดนี้ร้ายแรง คนไข้มีอาการตาโปน หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ อุณหภูมิของร่างกายสูง รู้สึกใจตื่นเต้นง่าย เป็นต้น วิธีรักษาบางทีผูกเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงต่อมนี้ คือแขนงหนึ่งที่มาจาก carotid artery เป็นการจำกัดจำนวนของโลหิตที่ไปเลี้ยงต่อมเพื่อให้มันทำงานน้อยลง หรือตัดส่วนใดส่วนหนึ่งของต่อมนี้ออก

ต่อม parathyroid ตามธรรมดามี ๔ ต่อมเรียงกันอยู่เป็นคู่ ๆ อยู่ทางด้านหลังของต่อมไธรอยด์ (แต่หน้าที่และที่เกิดของมันไม่เกี่ยวข้องกับต่อมไธรอยด์) ต่อมนี้มีสีแดงเล็ก ๆ ยาวประมาณ ๖—๗ มม. และกว้าง ๒—๓ มม. ประกอบด้วย epithelialcells ที่อัดอยู่ด้วยกันแน่น ต่อมนี้มีเส้นโลหิตฝอยมาเลี้ยงมาก เส้นโลหิตเหล่านี้เป็นแขนงที่ได้มาจาก inferior และ superior thyroid artery ประสาทที่มาเลี้ยงมาจาก vagus และ glossopharyngeal nerve ที่มาจากประสาทส่วนกลาง และจาก cervical autonomic ของ sympathetic nervous system

หน้าที่ของ parathyroid ขับ hormones ออกมาที่เรียก parathyrine หรือ parathormone ซึ่งควบคุมระดับของแคลเซียมในโลหิต และทำให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีความรู้สึกต่อสิ่งที่มากระตุ้น (irritability) และเชื่อว่าไวตามิน ดี ช่วยกระตุ้นให้ต่อมนี้ทำงาน นอกจากนหน้าที่ของต่อมพาราไธรอยด์ ยังเกี่ยวข้องกับหน้าที่ของ anterior lobe ของ hypophysis และตับอ่อน

อาการที่เกิดเนื่องจากฮอร์โมน ที่ขับออกมาจากต่อมนี้มีน้อยเกินปกติ เรียก tetany และอาการของต่อมนี้ที่มีฮอร์โมนน้อยเรียกว่า hypoparathyroidism อาจจะเนื่องมาจากการผ่าตัดที่เอาต่อมนี้ออก ทำให้จำนวนแคลเซียมในเลือดลดลง ถ้าไม่รักษาจะทำ

ให้ตายได้ การรักษาที่ดีก็คือให้สารละลายของพวกแคลเซียมและฮอร์โมนที่สะกัดเอามาจากต่อมนี้

นอกจากนี้ ถ้าต่อมนี้ทำงานมากเกินไปเรียกว่า hyperparathyroidism ทำให้กล้ามเนื้อหมดกำลัง เจ็บในกระดูก จำนวนแคลเซียมในเลือดและในปัสสาวะเพิ่มขึ้น กระดูกมีรูปและเจริญขึ้นใหม่เป็นไปตามปกติ อาจจะเนื่องมาจากต่อมนี้เป็นเนื้องอกก็ได้ การตัดบางส่วนของต่อมนี้ออก ทำให้จำนวนของแคลเซียมในเลือดลดลง กระดูกจะแข็งขึ้น ในไตอาจจะมีแคลเซียมเกิดขึ้น และของเสียที่เป็นส่วนประกอบของไนโตรเจนพบมากในเลือดและในน้ำเหลือง

กรมศิลปากร

ต่อมหมวกไต หรือ suprarenal gland หรือ adrenal gland เป็นต่อมเล็ก ๆ ๒ ต่อม แต่ละอันอยู่ข้างบนของไต ข้างขวาจะเล็กกว่าข้างซ้ายนิดหน่อย และแต่ละข้างจะมีเยื่อบาง ๆ หุ้ม ข้างในของต่อมนี้ประกอบไปด้วย — ส่วน ส่วนข้างนอกเรียก cortex ข้างในเรียก medulla หรือ chomophile tissue ต่อมนี้มีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก เส้นโลหิตเหล่านี้มาจาก aorta และ inferior phrenics และ renal artery และโลหิตกลับออกไปทาง suprarenal veins ส่วนเส้นประสาทที่มาเลี้ยงมาจาก celiac และ renal plexuses ต่อมนี้ถ้ามีการตัด cortex ออกจะทำให้เกิด prostration คือกล้ามเนื้อไม่มีกำลัง เส้นโลหิตหดและขยายตัวไม่เป็นไปตามปกติ คนไข้อาจจะตายภายใน ๒—๓ วัน แต่ถ้าตัดส่วนที่เป็น medulla ออกจะไม่มีอาการร้ายแรงเกิดขึ้น

ชั้น medulla เกิดขึ้นมาจากเซลล์ของ ectoderm เช่นเดียวกับที่มันไปเจริญเป็น sympathetic ganglia ในชั้นนี้จะประกอบไปด้วยเซลล์ตัวใหญ่ ๆ และมี granules เรียงกันอยู่เป็นร่างแห ชั้นนี้ขับฮอร์โมนที่เรียกว่า epinephrine หรือ adrenaline ซึ่งมีสูตรเขียนได้ดังนี้ $C_9H_{13}NO_3$ เซลล์ใน medulla ส่วนมากเป็นพวก chromophile reaction คือใช้ทดลองกับพวก chromic acid แล้วทำให้เกิดปฏิกริยาเหมือนกับพวกเซลล์ที่อยู่ที่ผนังของ abdominal aorta ซึ่งปฏิกริยานี้แสดงให้เห็นว่า เซลล์ที่เหมือนกันจะทำหน้าที่อย่างเดียวกัน

มีทฤษฎีหลายอันที่อ้างถึงหน้าที่ของ epinephrin เมื่ออยู่ในร่างกายของคนธรรมดา

แต่ก็ยากที่จะสรุปให้สั้นและง่ายเข้า แต่จากผลแห่งการทดลองเมื่อมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้นแล้วฉีด epinephrin เข้าไปในร่างกาย จะทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น เลือดไปสู่กล้ามเนื้อและประสาทส่วนกลางและหัวใจมากขึ้น นอกจากนี้ทำให้ glucose ออกมาจากตับมาก และทำให้การแข็งตัวของเลือดเร็วขึ้นด้วย ทำให้การหายใจเร็ว

ส่วนชั้น cotex มาจากเซลล์ในชั้น mesoderm เหมือนกับที่เจริญขึ้นเป็นเนื้อของไต ภายในประกอบไปด้วย epithelial cells ที่เรียงกันอยู่เป็นแถว ฮอร์โมนที่ cortex ทำขึ้นเรียกว่า cortin ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมากในการดำรงชีวิตอยู่ โดยทำงานร่วมกับพวกต่อมที่ไม่มีท่ออื่น ๆ โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับอวัยวะสืบพันธ์และ anterior lobe ของ hypophysis นอกจากนี้เกี่ยวกับ metabolism ของร่างกาย เพราะฉะนั้นฮอร์โมนของมันจึงเรียกว่า "vital hormone"

ถ้า cortex ทำงานผิดปกติหรือขับฮอร์โมนออกมาน้อย เรียก hypofunction ทำให้เกิดเป็นโรค addison's เช่นกล้ามเนื้ออ่อนเพลียไม่มีกำลัง คนไข้เซื่องซึม การย่อยอาหารไม่ดี ตามผิวหนังและ mucous membrane จะมีจุดดำ ๆ น้ำหนักลด หน้าที่ทางการเพศเสื่อม โรคนี้ถ้าไม่รักษาจะตายภายใน ๑—๒ ปี การรักษาก็ให้ฉีด cortical extract

แต่ถ้า cortex ให้ฮอร์โมนมากเกินปกติเรียกว่า hyperfunction โดยมากเนื่องมาจากเกิดเนื้องอกขึ้น ทำให้อวัยวะที่บอกเพศเจริญจนผิดปกติ และในบางรายทำให้ผู้หญิงสาวกลายเป็นชายหนุ่ม ฯลฯ

ต่อม pituitary หรือ hypophysis cerebri เป็นต่อมที่มีขนาดประมาณ ๑ ซม. อยู่ในแอ่งของกระดูก sphenoid ที่เรียกว่า sella turcica ต่อมนี้มี ๒ lobes ทางด้านหน้าเรียก anterior lobe โตกว่าข้างหลัง ข้างหลังเรียก Posterior lobe ต่อมยื่นออกมาจาก ventricla ที่ ๓ ของสมอง ต่อมนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเจริญเติบโตของร่างกาย และการเจริญของอวัยวะสืบพันธ์ นอกจากนี้ทำงานร่วมกับต่อมที่ไม่มีท่ออื่น ๆ

Posterior lobe แบ่งออกเป็น ๒ ส่วน พวกนี้ให้ฮอร์โมนที่เรียกว่า pituitrin และเราจะเตรียมขึ้นจากการสกัดจาก pituitary gland เพื่อใช้ฉีดในการรักษาโรค น้ำยานี้ให้ผล ๒ อย่างคือ (๑) vasopressin ทำให้ความดันของโลหิตเพิ่มขึ้นหัวใจเต้นช้าลง มีการ

หดตัวของกล้ามเนื้อของอวัยวะภายใน (จุดประสงค์ที่ฉีดมักใช้ในรายที่มีการตกเลือดของภายหลังการคลอด หรือการตกเลือดที่มาจากปอด) นอกจากนี้ทำให้น้ำนมถูกขับออกมากขึ้น (ใช้ในรายที่เลี้ยงลูกด้วยนม) ทำให้ถ่ายปัสสาวะน้อย (ในรายที่เป็นโรคที่ถ่ายปัสสาวะมาก diabetes insipidus (๒) oxytoxin ทำให้กล้ามเนื้อของมดลูกหดตัว มักใช้ในรายที่เร่งการคลอด หรือห้ามการตกเลือดหลังการคลอด

หน้าที่ของ anterior lobe เกี่ยวข้องกับต่อมที่ไม่มีท่ออื่น ๆ อย่างกว้างขวาง แต่ตัวมันเองให้ฮอร์โมนที่ควบคุมการเจริญเติบโตของโครงกระดูก การควบคุมการขับ secretion ของต่อมไธรอยด์ ควบคุมการทำงานของรังไข่ และการเจริญเติบโตของต่อมนมตลอดเวลาที่มีครรภ์ และทำให้ขับน้ำนมออกมา และให้ cortex ของ adrenal ทำงานตามปกติ เหล่านี้เป็นหน้าที่แท้จริงของมัน แต่ก็มีหน้าที่บางอย่างที่เชื่อว่า ฮอร์โมนของมันควบคุมไปถึง คือการเผาผลาญพวกไขมัน และอาหารพวกแป้ง น้ำตาล และควบคุมการทำงานของ parathyroid และ Islet's of Langerhans ในตับอ่อน

(๑) ในตอนที่เป็นเด็ก ๆ ถ้าต่อมนี้ให้ฮอร์โมนมาก ทำให้ร่างกายโตผิดปกติ (giantism) แต่ถ้าพบ hyperactivity ในผู้ใหญ่ นับว่าเป็นโรค acromegaly คาง กระดูก และเท้าโตผิดปกติ รูปร่างโต แต่ถ้ามีอาการตรงข้ามคือ มีฮอร์โมนน้อยกว่าปกติ ทำให้ร่างกายแคระและอวัยวะในการเพศไม่เจริญ

(๒) จากการค้นคว้าพบว่าฮอร์โมนจาก pituitary ควบคุมการทำงานของต่อมไธรอยด์ ดังนั้นถ้าต่อมไธรอยด์ทำงานได้น้อย สาเหตุแรกต้องเพ่งเล็งถึง pituitary ไม่ปกติ

(๓) เป็นที่ทราบมานานแล้วว่า ฮอร์โมนจาก pituitary ไปควบคุมการเจริญเติบโต และการทำงานของรังไข่ ในการทดลองที่ทดลองกับสัตว์ที่มีอายุน้อย ๆ แล้วเราตัดเอาต่อมนี้ออก ทำให้อวัยวะที่บอกเพศไม่เจริญ หรือมีการเหี่ยวแห้งไป

ฮอร์โมนที่ไปช่วยรังไข่ เรียกว่า gonadotropic มี ๒ อย่างคือ (๑) ไปกระตุ้น follicles หรือไข่อ่อนในรังไข่ เพื่อให้อวัยวะสืบพันธุ์ต่าง ๆ เจริญตามปกติ (๒) luteinizing ในผู้ชายไปกระตุ้น testis ให้เกิดฮอร์โมนที่เรียก testicular ส่วนในผู้หญิงไปกระตุ้นรังไข่

ให้ไข่สุก เกิดเป็นประจำเดือน และทำให้เกิด corpus luteum และ progesterone

Pineal body หรือ epiphysis เป็นต่อมเล็ก ๆ สีเทาปนแดง มีขนาดยาวประมาณ ๗ มม. เป็นต่อมที่ยื่นออกจาก ventricle ที่ ๓ ของสมอง และติดอยู่กับส่วนบนของ ventricle นี้ ในตอนที่เป็นเด็กมันมีขนาดโต และ เป็น glandular tissue แต่ภายหลังวัยรุ่นแล้วขนาดของมันลดลง และ glandular หมดไป fibrous เกิดขึ้นแทนที่ฮอร์โมน จาก pineal body นี้ไปห้าม anterior pituitary ไม่ให้ผลิตฮอร์โมน เมื่อร่างกายเจริญเต็มที่แล้ว ถ้าต่อมนี้ถูกทำลายทำให้อวัยวะทางการเพศเจริญก่อนกำหนด นอกจากนี้เกี่ยวกับการเจริญของโครงกระดูก และอาจจะเกี่ยวกับการเจริญทางจิตด้วย แต่อย่างไรก็ดีหน้าที่ของต่อมนี้ก็มีบางอย่างที่ยังไม่รู้แน่

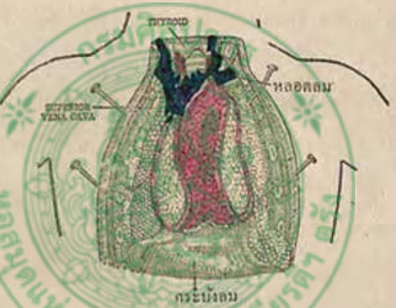
Gonads หรือรังไข่ ฮอร์โมนของรังไข่ที่รู้จักหน้าที่ของมันมีอย่างน้อยที่สุด ๒ อย่าง คือ (๑) Theelin หรือ estrone ($C_{18}H_{22}O_2$) เป็นฮอร์โมนที่ขับโดย follicles (ไข่อ่อน) ของรังไข่ และควบคุมการเจริญและการเปลี่ยนแปลงของมดลูก ช่องคลอด และต่อมนม ตลอดระยะเวลาที่มีประจำเดือน theelin นี้มีอยู่ในโลหิตของผู้หญิงตั้งแต่ระยะรุ่นสาว จนถึงระยะหมดประจำเดือน (menopause) แต่มันจะมีมากและเข้มข้นกว่าธรรมดาในระยะก่อนหน้าประจำเดือน และมีเป็นจำนวนมากในปัสสาวะของคนที่มีครรภ์ ในปัสสาวะของผู้ชายก็พบเหมือนกัน นอกจากนี้พบใน tissues ของพืช และสัตว์ที่กำลังจะเติบโต (๒) progesterone พวกนี้ขับโดย corpus luteum เป็นฮอร์โมนที่ช่วยหน้าที่การทำงานของ theelin คือไปทำให้เยื่อภายในมดลูกเจริญหนายิ่งขึ้น เพื่อเตรียมให้ไข่มาฝังตัว ตอนที่ไข่มาฝังตัวนี้ต่อไปจะเจริญเป็นรก และเพื่อให้ต่อมนมเจริญตลอดระยะที่มีครรภ์ การทำงานนี้อาจจะได้รับการกระตุ้นจากฮอร์โมนของ anterior pituitary

ในตำราบางเล่มที่พิมพ์ขึ้นใหม่ ๆ นี้กล่าวถึง corpus luteum ว่าทำฮอร์โมนชนิดหนึ่งเรียกว่า relaxin ไปช่วยให้ ligament ของเชิงกรานอ่อน และยืดตัวเตรียมในเวลาที่มีครรภ์เหมือนกัน

Testis ต่อมอัณฑะ ให้ฮอร์โมน ๒ ชนิดคือ (๑) androsterone ($C_{19}H_{30}O_2$) ชนิดนี้จะพบในปัสสาวะของผู้หญิงเหมือนกัน (๒) testosterone ($C_{19}H_{28}O_2$)

เป็นที่น่าสนใจในความจริงที่ว่า ฮอร์โมนทั้งของผู้หญิงและของผู้ชายต่างก็พบในบุคคลทั้ง ๒ เพศ ส่วนในสัตว์นั้น ฮอร์โมนทั้งใน ตัวผู้และตัวเมีย ก็ไม่จำกัดเหมือนกัน

รก (placenta) นักศึกษาทางวิทยาการของต่อมไม่มีท่อ ลงความเห็นว่ารกเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิด theelin ในปัสสาวะของคนที่มีครรภ์ นอกจากนี้เชื่อว่ารกรับฮอร์โมนที่เรียกว่า emmenin ซึ่งไปกระตุ้นการเจริญของมดลูก และต่อมนม ฮอร์โมนนี้ช่วยหน้าที่ของฮอร์โมนที่ชื่อ gonadotropic ที่มาจากต่อม pituitary นอกจากนี้รกยังเป็นต้นเหตุที่ทำให้ มีภูมิต้านทานมากในร่างกาย และทำให้เลือดแข็งตัว



(รูปที่ ๑๘๔)

(รูปหน้าอกที่ตัดเอากระดูกหน้าอกและกระดูกอ่อนของซี่โครงออกให้เห็นต่อม thymus) (Gerrish)

ต่อม Thymus ประกอบด้วย ๒ lobes แต่ทั้ง ๒ lobes อาจจะติดเป็น lobe เดียวกัน หรืออาจจะมี lobe อีกอันหนึ่ง อยู่ระหว่างกลางก็ได้ ต่อมนี้อยู่ข้างบนของช่องอก ทอดไปตามยาวของหลอดลมใหญ่ พาดไปบนเส้นโลหิตใหญ่ที่ออกมาจากหัวใจ lobe หนึ่ง ๆ แยกออกเป็นซีกเล็ก ๆ หลายซีก ซึ่งเรียกว่า lobules ข้างนอกของมันเป็น cortex ซึ่งเป็นส่วนของ lymphoid tissue ที่มี reticular cells กระจายอยู่เหมือนกัน แต่น้อย ตรงกลางของมันเรียกว่า medulla ซึ่งมี reticulum มาก แต่ lymphoid cell มีน้อย ภายใน medulla นี้มี กลุ่มของเซลล์กว้างประมาณ ๓๐—๑๐๐ ไมครอน เรียกว่า

corpuscles of Hassall (ได้ชื่อมาจากแพทย์ชาวอังกฤษ ๑๘๑๗–๑๘๙๔) เส้นโลหิตที่มาเลี้ยงมันมาจาก internal mammary และ inferior, superior thyroid ส่วนประสาทมาจาก vagus ของ parasympathetic และจาก sympathetic nervous system ภายหลังจากระยะหนุ่มสาวแล้ว ต่อมนี้จะเล็กลง โดยส่วนต่าง ๆ ของต่อมหายไป แต่ corpuscle of Hassall จะหายไปช้ากว่าตอนอื่น ๆ การทดลองกับหนู แสดงว่า ทำให้หนูขึ้นเป็นระยะหนุ่มสาวเร็วกว่าปกติ แต่ว่าขนาดและรูปร่างไม่โต Hassall corpuscles นั้น เกี่ยวข้องกับการสร้าง antibody ในร่างกาย

ตับ ภายในตับมี glycogen (ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ วุ้น ที่ไม่สามารถกระจายแทรกผ่านอนุภาคอื่น ๆ ได้) เก็บไว้ในเซลล์ และในตัวสร้าง ฮอร์โมนที่เรียกว่า dextrose ที่ขับเข้าในโลหิต นอกจากนี้หน้าที่อีกอย่างของตับก็คือทำ urea จาก ammino acid และขับเข้าไปในกระแสโลหิตเหมือนกัน เพื่อถ่ายออกทางไต urea นี้ก็เป็น internal secretion เหมือนกัน

ตับอ่อน (pancrease) ภายในตับอ่อนมีหมู่เซลล์ชนิดหนึ่งเรียกว่า Islands of Langerhans ให้ฮอร์โมนที่เรียก insulin ซึ่งช่วยในการเผาผลาญ และการใช้น้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติ นอกจากนี้ ยังให้ฮอร์โมน ที่ไปช่วยในการเผาผลาญ และใช้พวกไขมันให้เป็นไปตามปกติด้วย

(รูปที่ ๑๙๕)

(section ของตับอ่อน ภาพนี้ได้จากภาพที่ขยายอย่างมาก)

Internal secretion หรือ ฮอร์โมนของกระเพาะและพวกเยื่อมูกที่ลำไส้ เยื่อมูกที่บุ pyrolic end ของกระเพาะอาหาร ให้ฮอร์โมนออกมาชื่อ gastrin ฮอร์โมนนี้ถูก

ซึมเข้าไปในกระแสโลหิต และถูกพาไปยังต่อม peptic และ pyrolic เพื่อคอยการกระตุ้น แพทย์บางคนเชื่อว่า เยื่อมูกของลำไส้เล็กบางส่วนโดยเฉพาะเช่น duodenum มีเซลล์ที่ขับสารชนิดหนึ่งเรียก prosecretin ซึ่งเมื่อขับออกมาทีแรก มันยังไม่ทำงาน มันจะทำงานก็ต่อเมื่อสิ่งแวดล้อมของมัน (medium) มีฤทธิ์เป็นกรด เมื่ออาหารที่ถูกย่อยจากกระเพาะ (chyme) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรด เข้าไปใน duodenum Prosecretin จะถูกขับออกมาปน และตัวมันเองถูกเปลี่ยนเป็น secretin และถูกดูดเข้าไปในโลหิต ส่งไปยังตับอ่อน และตับ และลำไส้เล็ก เพื่อกระตุ้นอวัยวะเหล่านี้ ให้ขับน้ำย่อยอาหาร

ฮอร์โมนของ tissues ที่เรียกว่า tissues hormone ทุกชนิดขับสารออกมาชนิดหนึ่ง ออกมาจากตัวมันเองซึ่งเรียก ฮอร์โมนของ tissue fluid ที่ควบคุมและร่วมมือทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย ในการรักษาสุขภาพความเจริญของร่างกาย และการดำรงชีวิตประจำวัน จากผลของการทดลองต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าถ้ามันมีมากหรือน้อยกว่าปกติ ก็ทำให้เป็นโรคต่าง ๆ ได้ ดังได้กล่าวมาแล้ว

จงจำไว้ว่าฮอร์โมนเป็นสารชนิดหนึ่งของพวกเคมีที่มีอยู่ใน body

สรุป

การร่วมมือทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย เนื่องมาจาก secretion ที่ขับออกมาจากต่อมต่าง ๆ

ต่อมเป็นเซลล์ ๆ เดียวหรือหมู่ของเซลล์ ซึ่งเอาสารใดสารหนึ่งออกมาจากโลหิต ทำให้เกิดเป็นสารใหม่

ต่อม	การแบ่งชนิดของต่อม	แบ่งตามตำแหน่งของ secretion ที่ขับออกมาจากเซลล์	exocrine มีท่อ
			endocrine ไม่มีท่อ
			heterocrine รวมกัน
		แบ่งตามชนิด ของ Secretion	mucous gland ขับมูก
			serous gland ขับ serum
		แบ่งตามโครงสร้าง	lymphoid
			epithelial

ต่อม

- ต่อมที่ขับ secretion มาภายนอกนั้น แบ่งออกตาม (หน้า ๒๗๕ ดูชนิดต่าง ๆ)
  - secretion หมายถึง สารใดก็ตามที่เซลล์ทำขึ้นจากเลือดหรือจาก tissue fluid
  - enzymes
    - ปฏิกริยาทางเคมีของการย่อยอาหารต้องอาศัย enzymes
    - คำจำกัดความ เป็นสารที่ทำขึ้นจากเซลล์ที่มีชีวิต และทำหน้าที่เป็น catalysis
    - ลักษณะ
      - ทำงานได้ดี ที่สุดในอุณหภูมิปกติ
      - ต้องการ medium ที่แต่ละชนิดชอบ
      - ทำหน้าที่เฉพาะ และอาจจะเปลี่ยนปฏิกริยากลับไปมาได้
    - Coenzymes คือสารที่ช่วยหรือทำหน้าที่ให้ enzymes
- ต่อมไม่มีท่อ
  - Hormones ช่วยกระตุ้นการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ
  - วิธีที่จะเรียน
    - (๑) สังเกตจากอาการของโรค ที่เป็นจากต่อมนั้น
    - (๒) ให้อาหารพวกสาร ที่สกัดจากต่อมหรือสารเทียม
    - (๓) สังเกตจากการฉีดสารสกัดพวกข้อ ๒

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

บทที่ ๑๗

ระบบการหายใจ โครงสร้าง ลักษณะของเซลล์ (Histology) และสรีรวิทยา ของระบบนี้

สาเหตุธรรมดาที่สุดที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ tissues นั้นเนื่องมาจากอ๊อกซิเจน ซึ่งผ่านเข้าไปสู่เซลล์อยู่เสมอ ๆ นอกจากนี้ก็มีอยู่สิ่งหนึ่งคือคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ซึ่งเซลล์ขับถ่ายออกมาเสมอ ๆ ในสัตว์เซลล์เดียว ก็รับและถ่ายแก๊สเหล่านี้ที่ผนังของเซลล์ แต่ในสัตว์ที่โตกว่านั้นและประกอบด้วยเซลล์หลาย ๆ เซลล์ก็ต้องการอ๊อกซิเจนและถ่ายอ๊อกซิเจนในวิธีต่าง ๆ กัน ในมนุษย์การไหลเวียนของโลหิตภายในเส้นโลหิตเล็ก ๆ ที่ต่อมาจากถุงลมเล็ก ๆ ของปอด จะเป็นที่รับเอาอ๊อกซิเจนและถ่ายคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และต่อไปเส้นโลหิตฝอยภายใน tissues จะให้อ๊อกซิเจนแก่ tissue และรับเอาคาร์บอนไดอ๊อกไซด์

การแลกเปลี่ยนแก๊สเหล่านี้ต้องอาศัยการหายใจ การหายใจนี้ต้องอาศัยอวัยวะในระบบการหายใจ (respiratory system) ที่สำคัญที่สุดคือระบบนี้ประกอบด้วยเยื่อบาง ๆ ที่มีความชุ่มชื้นและสามารถให้อนุภาคของสารละลายแทรกผ่านได้ ทั้ง ๒ ด้านของเยื่อ คือด้านหนึ่งมักจะมีกระแสโลหิตซึ่งมีเปอร์เซนต์ของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์สูงไหลผ่าน อีกด้านหนึ่งมักจะเป็นพวกแก๊ส หรือของเหลวที่มีจำนวนของอ๊อกซิเจนสูง สัตว์พวกที่อยู่ในน้ำมีอวัยวะที่เกี่ยวกับการหายใจอยู่ภายนอก เช่นพวกปลาก็มีเหงือก ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมอวัยวะที่ช่วยในการหายใจอยู่ภายใน เช่น ปอด ซึ่งมีทางติดต่อกับจมูก และปาก โดยทางหลอดลมแยก หลอดลมใหญ่ และ larynx

จมูก จมูกนอกจากเป็นอวัยวะพิเศษสำหรับรับกลิ่นแล้ว ยังเป็นทางผ่านของอากาศสำหรับเข้าและออกจากปอด ทั้งช่วยกรองอากาศ และช่วยให้อากาศที่ผ่านเข้าไปมีความอบอุ่น ชุ่มชื้น และช่วยในการออกเสียง จมูกประกอบด้วย ๒ ส่วน คือจมูกส่วนนอก (External nose) และช่องจมูกที่อยู่ภายใน (nasal cavity)

External nose ประกอบด้วยกระดูกรูปสามเหลี่ยม และกระดูกอ่อน มีผิวหนังหุ้ม

ข้างนอก ข้างในบุด้วยเยื่อชุ่ม (mucous membrane) ช่องจมูกที่ติดต่อภายนอกมี ๒ ช่อง มีรูปไข่ และภายในมีขนเป็นจำนวนมาก

ช่องจมูก (nasal cavity) เป็นรูปสามเหลี่ยม ๒ ช่อง ระหว่างช่องทั้ง ๒ มีผนังกั้นที่เรียกว่า septum ทางด้านหน้าของ septum นี้ตั้งต้นที่ต้นของกระดูกจมูก และ spine ของกระดูกหน้าผาก ส่วนตอนกลางจาก perpendicular plate ของกระดูก ethmoid ด้านหลังจากกระดูก vomer และ sphenoid ข้างใต้จากต้นของกระดูกขากรรไกรบนและกระดูก palatine Septum นี้โดยมากตั้งเฉียงไปข้างใดข้างหนึ่ง มากกว่าข้างหนึ่ง

(รูปที่ ๑๕๖)

(รูปกระดูก และกระดูกอ่อนที่กั้นกลางระหว่างช่องจมูกทางด้านซ้าย)

(รูปจาก Gray's Anatomy)

(ทั้งนี้ต้องจำไว้ในการจะรักษาพยาบาลเกี่ยวแก่ช่องจมูก)

ภายในช่องจมูกมีบางส่วนของกระดูก ethmoid ที่ยื่นเป็นปุ่มออกมา และมีกระดูก turbinate ซึ่งเบาและคล้ายฟองน้ำ ปุ่มที่ยื่นออกมาตอนกลางของช่องจมูกเหล่านี้ จะกั้น

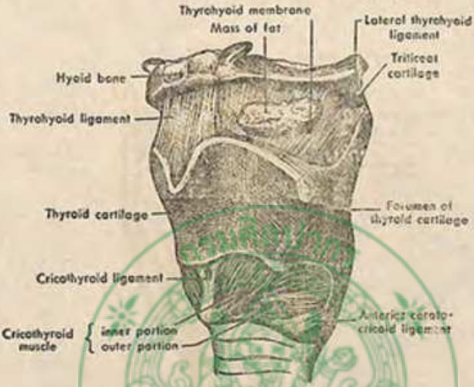
ช่องจมูกตามยาว ทำให้ทางผ่านของช่องจมูกถูกแบ่งออกเป็น ๓ ตอน คือตอนบน (superior) ตอนกลาง (middle) และตอนล่าง (inferior meatus) เพดานและขากรรไกรบนจะช่วยกั้นช่องจมูกจากช่องปาก และ Horizontal plate ของกระดูก ethmoid กั้นระหว่างช่องจมูกและช่องสมอง

(รูปที่ ๑๕๗)

(*รูปผ่ากึ่งกลางของจมูก ปาก* Pharynx, Larynx) (Gray's Anatomy)

ช่องจมูกทางด้านหน้ามีทางเปิดรับอากาศจากข้างนอกเรียก Anterior nares มี ๒ ช่อง ส่วนทางด้านหลัง posterior nares ก็มี ๒ ช่องเปิดเข้าสู่ nasopharynx ข้างในบุด้วย mucous membrane เยื่อที่บุทางเข้าของช่องจมูกหนา เป็นพวก stratified squamous epithelium ภายในเยื่อนี้มีต่อม sebaceous และพวกขน ส่วนตอนกลางของช่องนี้บุด้วย pseudo-stratified epithelium มีพวกขน และพวก goblet cells ส่วนบนบุด้วย neuroepithelium ซึ่งมีเซลล์ของประสาทที่ช่วยรับกลิ่น (olfactory cells) เยื่อเหล่านี้มีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก

ด้านนอกติดต่อกับผิวหนังข้างนอก ส่วนข้างในติดกับ mucous membrane ที่บุ sinuses ต่าง ๆ โดยเหตุนี้การอักเสบที่เกิดกับ เยื่อบุช่องจมูก มักจะลามเข้าสู่ sinuses ต่าง ๆ ด้วย



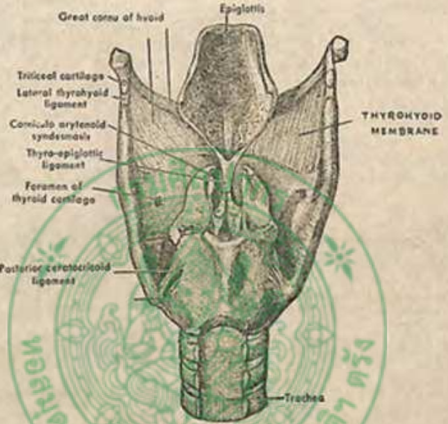
(รูปที่ ๑๙๘)

(Larynx มองจากด้านซ้ายและข้างหน้า) (Toldt)

ประโยชน์ของการหายใจทางจมูกในสภาวะปกติ ควรหายใจทางจมูก เพราะภายในจมูกมี conchae ที่ทำให้ส่วนของช่องจมูกแคบ และทางผ่านตอนนี้บุด้วยเยื่อหนา และมีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก ซึ่งทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และทำให้อากาศที่ผ่านเข้าไปชุ่มชื้นและอบอุ่นก่อนที่จะเข้าสู่ปอด ขนที่อยู่ที่ช่องจมูกภายนอก และ cilia ของ epithelium ช่วยกรองอากาศและกักฝุ่นที่อาจจะผ่านเข้าไปกับอากาศที่หายใจเข้า

เส้นประสาทและเส้นโลหิต เยื่อที่บุที่ septum ของจมูก มีปลายประสาทของพวก Olfactory nerves ส่วนประสาทที่อยู่ในกล้ามเนื้อของจมูก เป็นพวก facial (ประสาทสมองคู่ที่ ๗) และบริเวณผิวหนังรับประสาทจาก opthalmic nerve และ maxillary nerve ซึ่งเป็นแขนงของ trigeminal nerve (ประสาทสมองคู่ที่ ๕) เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงจมูกส่วนนอก

เป็นแขนงที่มาจาก External และ Internal maxillary artery ซึ่งแยกออกมาจาก external carotid ทางด้านข้าง และ septum ของช่องจมูก มีแขนงของ ethmoidal artery มาเลี้ยง ซึ่งเป็นแขนงที่แยกออกมาจาก internal carotid



(รูปที่ ๑๕๕)

(รูป Larynx ทางด้านหลัง) (Toldt)

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

ปากเป็นทางผ่านของอากาศเหมือนกัน และ pharynx ก็เป็นทางผ่านของอากาศจากจมูกหรือปากไปยัง Larynx แต่ทั้ง ๒ ก็เกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด ในเวลาที่มีการย่อยอาหาร ซึ่งควรจะนับรวมกับอวัยวะที่เป็นทางผ่านของอาหาร

ทางเดินของทางหายใจ

ทางเดินของทางหายใจประกอบด้วยอวัยวะต่อไปนี้ และรวมทั้งจมูกและ nasopharynx ที่ได้อธิบายมาแล้ว อวัยวะเหล่านั้นคือ (๑) Larynx หรือหลอดเสียง (๒) Trachea หลอดลมใหญ่ (๓) Bronchi หลอดลมแยกเข้าปอด (๔) ปอด (Lungs)

Larynx หรือหลอดเสียงอยู่ข้างบนหรือส่วนหน้าของคอ อยู่ระหว่างโคนลิ้นและ trachea ทางด้านหลังและข้างบนของมัน เป็นที่อยู่ของ pharynx ซึ่งเปิดเข้าสู่ esophagus หรือ gullet และแต่ละข้างของมันมีเส้นโลหิตใหญ่ทอดผ่าน Larynx มีปลายข้างบนใหญ่และรูปร่างคล้ายหีบสามเหลี่ยม ข้าง ๆ ของมันแบนและข้างหน้ามีปุ่มยื่นออกมา เรียก laryngeal prominence ตอนล่างของมันแคบและกลมไปติดต่อกับ trachea. Larynx ประกอบด้วย fibrocartilage ๙ ชิ้น ที่มี extrinsic และ intrinsic ligament ช่วยเชื่อมให้ติดกันและกัน และนอกจากนี้ก็มีกล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหวของมันด้วย

Cartilages ทั้ง ๙ ของ larynx มี

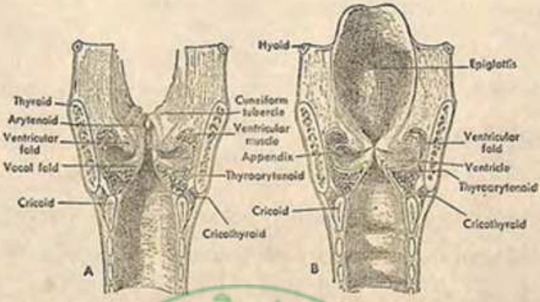
อย่างละอัน	Thyroid Cricoid Epiglottis	อย่างละคู่	Arytenoid Corniculate Cuneiform

Thyroid cartilage มีรูปคล้ายโล่ห์ และเป็นอันใหญ่ที่สุดในจำนวน fibrocartilage ๙ ชิ้นของ larynx อยู่ข้างบนของ cricoid ประกอบด้วยชิ้นแบน ๆ รูปสี่เหลี่ยม ๒ อัน (laminae) มาต่อกันตรงเส้นผ่ากลางของคอทางด้านหน้า ตรงที่มันต่อกันนั้น จะทำเป็นมุมฉากแก่กัน ทำให้ข้างหน้ายื่นออกไปเป็น laryngeal prominence (ลูกกระเดือก หรือ Adam's Apple)

Cricoid cartilage มีรูปคล้ายวงแหวน

Epiglottis มีรูปคล้ายใบไม้ ที่มีก้านของมันสอดเข้าไปในรอยต่อของ thyroid ๒ ชิ้นมาต่อกัน

Arytenoid cartilage รูปคล้ายปิระมิด ติดอยู่ริมของ cricoid ทั้ง ๒ ด้าน



(รูปที่ ๒๐๐)

(*รูปผ่าตามยาวของ* Larynx A. *ส่วนหลัง* B. *ส่วนหน้า*)

Corniculate เป็นปุ่มแหลมเล็กของ elastic cartilage ติดอยู่ริมด้านในของ arytenoid cartilage มันจะช่วยดันให้ arytenoid cartilage ขึ้นไปทางด้านหลังและด้านใน

Cuneiform cartilage เป็น elastic cartilage ชิ้นยาวเล็ก ๆ ติดอยู่กับ aryepiglottic fold ทั้ง ๒ ข้าง

(รูปที่ ๒๐๑)

(Larynx *มองจากข้างบน*) (Gerrish)

ภายในของ larynx บุด้วย mucous membrane ซึ่งต่อมาจากที่บุ pharynx ข้างบน และข้างล่างจะเลยไปบุ trachea

ช่องภายใน larynx มี mucous membrane ๒ อันยื่นจากข้างหน้าไปข้างหลัง ซึ่งแบ่ง larynx ออกเป็น ๒ ส่วน แต่ทั้ง ๒ ชิ้น ไม่มาประกบกันตรงกลาง ทำให้เหลือตรงกลางเป็นช่องยาว ๆ ไว้ เรียกว่า glottis ทำให้ทางผ่านของอากาศตอนนี้แคบที่สุดมี epiglottis ซึ่งเป็น fibrocartilage บีดไว้

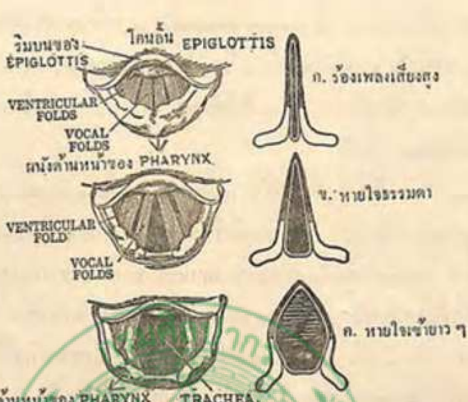
Vocal fold หรือสายเสียง เป็น fibrous และ elastic ligament ที่ติดอยู่ริมขอบ mucous membrane ที่ซึ่งใน larynx ช่วยขึงริมขอบ glottis และช่วยให้มันยืดหยุ่น Ligament นี้มี mucous membrane หุ้มมันเกาะอย่างแน่นหนากับริมทั้ง ๒ ของกระดูกอ่อนของ larynx Ligament ที่ซึ่งนี้เราเรียกว่า vocal fold แท้เพราะมันช่วยทำให้เกิดเสียง ข้างบน vocal fold นี้มี ventricular fold ๒ อัน ซึ่งไม่มีหน้าที่ทำให้เกิดเสียง แต่ช่วยรักษาให้ vocal fold แท้ชุ่มชื้นอยู่เสมอ และช่วยในการกลั้นหายใจ นอกจากนี้ป้องกัน larynx เมื่อเวลากลืนอาหาร

Glottis นี้มีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน แล้วแต่การทำงานของกล้ามเนื้อที่อยู่ที่ผนังของ larynx เมื่อ larynx ได้มีการพัก คืออยู่ในระหว่างหายใจธรรมดา glottis จะมีรูปเป็นตัว วี (v) แต่หายใจเข้าลึก ๆ มันเกือบมีรูปกลม และตอนเวลาที่ร้องเสียงสูง ๆ ริมของ glottis เกือบจะมาติดกันสนิท

กล้ามเนื้อของ larynx มีกล้ามเนื้อหลายมัดที่เป็นกล้ามเนื้อของหน้า ริมฝีปากและลิ้น มีส่วนช่วยในการพูด ทั้งนี้ช่วยกล้ามเนื้อของ larynx กล้ามเนื้อของ larynx เป็นทั้ง extrinsic และ intrinsic muscle

พวก Extrinsic muscle มี

(๑) Infrahyoid muscle	มี (๒) suprahyoid muscle (บางอัน)
Omohyoid m.	Stylopharyngeus m.
Sternohyoid m.	Paratohparyngeus m.
Thyrohyoid m.	Inferior middle constrictor of the pharynx
Sternothyroid	



(รูปที่ ๒๐๒)

(*รูป* Larynx *ซึ่งเห็นจากเครื่องมือที่เรียกว่า* Laryngoscope *แสดงท่าต่าง ๆ ของ* glottis)

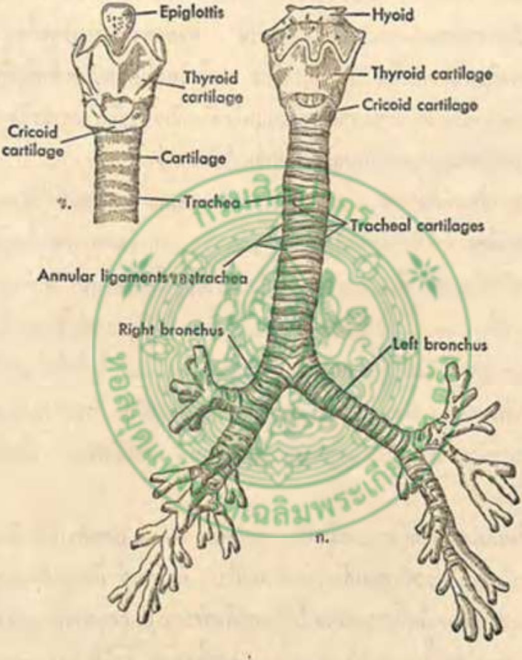
หน้าที่ หน้าที่ของกล้ามเนื้อเหล่านี้ (๑) ทำให้หายใจเข้าได้ยาว ๆ เช่นในเวลาร้องเพลง จะทำให้เกิดการดึงที่ cervical fasciae เพื่อป้องกันการถูกกดที่ apex ของปอดและเส้นโลหิตใหญ่ ๆ (๒) กล้ามเนื้อเหล่านี้ช่วยกด larynx และกระดูก hyoid ลงในเวลาที่มีการกลืนอาหาร เพราะ larynx และ hyoid bone จะถูกดึงขึ้นมาติด pharynx (๓) ช่วยยกและกด tnyroid cartilage

Intrinsic muscle นั้นประกอบเป็นผนังของ larynx (ดูรูปที่ ๑๙๙)

หน้าที่ Posterior cricoarytenoid muscle ช่วยหมุน arytenoid ออกทางด้านนอก ทั้งนี้เพื่อแยก vocal cord ให้ห่างกัน ส่วน lateral cricoarytenoid muscle ช่วยหมุนให้เข้าข้างใน เพื่อให้ vocal cord มาชิดกัน Arytenoid muscle อยู่ติดกับ arytenoid cartilage ทางด้านหลัง เพราะฉะนั้นกล้ามเนื้อนี้จะช่วยปิดและเปิด glottis ด้วย

Cricothyroid muscle ช่วยยก cricoid cartilage ตอนที่ยื่นออกมาทางด้านหน้า และช่วยกด laminae ของ thyroid ลงทำให้ส่วนยื่นของสายเสียงออกห่างจาก

Thyroarytenoid muscle ช่วยดึง arytenoid cartilage ให้ไปข้างหน้าและไปทางด้าน thyroid โดยวิธีนี้จะทำให้ vocal cord ยืดและหดกล้ามเนื้อเหล่านี้จะทำงานร่วมกันในการควบคุมให้ vocal cord ยืดตัวและคลายตัวได้



(รูปที่ ๒๐๓)

(แสดงให้เห็นทางด้านหน้าของ Trachea *และ* bronchi *ที่แยกออกเป็นแขนง* bronchiole *เล็ก ๆ ในรูป ก. ในรูป ข. ให้เห็น* glottis *และ* epiglottis *ว่าอยู่กันในท่าไหน)* (Toldt)

เส้นประสาทและเส้นโลหิต เส้นประสาทที่มาเลี้ยง larynx มี internal และ external superior laryngeal ที่เป็นแขนงของ vagus nerve ส่วนเส้นโลหิตที่มาเลี้ยงได้แก่แขนงของ

superior thyroid artery ที่แยกออกมาจาก external carotid และมาจาก inferior thyroid ที่แยกมาจาก subclavian artery เข้าไปเลี้ยงภายในต่อม

การออกเสียง (phonation) ศัพท์นี้หมายถึงเสียงที่เปล่งออกมาจากลำคอ อวัยวะที่ช่วยในการหายใจช่วยในการออกเสียงด้วย โดยเฉพาะคือ vocal fold และ larynx นอกจากนี้ก็มีอวัยวะทางตอนบนของ larynx บางอัน ศูนย์กลางของการพูดที่อยู่ในสมองช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวของลิ้น และขากรรไกร และลิ้นเองก็เป็นอวัยวะสำคัญที่สุดที่เกี่ยวกับการพูด อวัยวะที่เกี่ยวกับการออกเสียงในมนุษย์คล้ายกับสัตว์ชั้นต่ำหลายชนิดแต่ว่ามนุษย์มีมันสมองสำหรับควบคุมและดัดแปลงการใช้เสียงได้มากกว่า

เสียง เสียงเกิดมาจาก vocal cord อากาศที่ผ่านออกมาจากปอดทำให้ vocal cord ของสายเสียงกระเทือน ทำให้เกิดเป็นเสียงต่าง ๆ pharynx ปาก ช่องจมูกตอนที่อยู่เหนือ glottis จะเป็นที่ช่วยให้เสียงก้อง จำนวนของอากาศและความแรงที่เป่าออกมา ไปทำความกระเทือนให้สายเสียงหรือ vocal cord มากเท่าใดย่อมทำให้เสียงดังและแหลมขึ้นเท่านั้น ระดับของเสียงที่เกิดแล้วแต่การสั่นสะเทือนของสายเสียงหรือ vocal cord ที่เกิดขึ้นในครั้งหนึ่ง ๆ ทั้งนี้ก็ต้องแล้วแต่ความยาว หนา และปริมาณที่สามารถยืดหยุ่นได้ ของสายเสียงและความตึงของมันที่ขึงอยู่ด้วย เมื่อสายเสียงถูกขึงตึง และ glottis เกือบปิดหมด เสียงที่ผ่านออกมาจะสูงที่สุด

เสียงที่ต่างกันในผู้ชายและผู้หญิง ขนาดของ larynx แตกต่างกันแล้วแต่บุคคล นี้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระดับของเสียงแตกต่างกันไป เมื่อย่างเข้าวัยหนุ่มสาวความเจริญของ larynx และสายเสียงเป็นไปอย่างรวดเร็วซึ่งจะเห็นชัดมากในเด็กผู้ชายมากกว่าผู้หญิง การที่ larynx ขยายใหญ่ขึ้นจะทำให้ vocal cord ยาวขึ้นด้วย ทำให้ laryngeal prominence หรือลูกกระเดือกปรากฏออกมา การเปลี่ยนรูปร่างของสิ่งเหล่านี้ทำให้เสียงที่เกิดขึ้นเปลี่ยนไปด้วย เป็นเสียงแตกและเสียงห้าว

Trachea หรือหลอดลมใหญ่เป็นหลอดที่ประกอบด้วย พวกกระดูกอ่อนและพวกเยื่อที่ช่วยยึงให้กระดูกอ่อนเหล่านี้ติดกัน เพราะฉะนั้นจึงเรียกว่า membranous และ cartilaginous tube ซึ่งมีรูปเป็นทรงกระบอก ยาวประมาณ ๑๑.๒ ซม. (๔ นิ้วครึ่ง) กว้างประมาณ

๒–๒.๕ ซม. (๑ นิ้ว) อยู่ข้างหน้าของ esophagus อยู่ต่อมาจาก larynx ตั้งต้นตั้งแต่ระดับของกระดูกสันหลังตอนคออันที่ ๖ จนถึงขอบบนของกระดูกสันหลังตอนหน้าอกอันที่ ๕ แล้วแยกออกไปเป็น bronchi ๒ อันเข้าสู่ปอดทั้ง ๒ ข้าง

ผนังของ trachea นั้น แน่นหนาและแข็งแรง และประกอบด้วยกระดูกอ่อนเป็นวงแหวน เรียงติดต่อกันโดยมี fibrous tissues ยึดและหุ้มไว้ วงแหวนเหล่านี้มีรูปคล้ายตัว ซี (c) ปลายทั้ง ๒ อยู่ทางด้านหลังและไม่ติดกันสนิท ตอนที่มันแยกกันมีพวกกล้ามเนื้อ

(รูปที่ ๒๐๔)

(*รูปปอดที่ตัดเอาเนื้อปอดด้านข้างบนออก ให้เห็นหลอดลมเล็ก ๆ*) (Gerrish)

เป็นแผ่นยาวเล็ก ๆ มายึดไว้ ซึ่งทำให้ตอนหลังของ trachea มีรูปแบน ตอนนี้จะไปติดกับ esophagus (ดูรูปที่ ๒๐๔) ภายในของมันจะบุด้วย mucous membrane

เหมือนกับพวก larynx แล้วเลยไปบุหลอดลมเล็ก ๆ ด้วย mucous membrane นี้ประกอบด้วยเซลล์พวก ciliated epithelium ซึ่งพัดขึ้นทางข้างบนอยู่เสมอเป็นการช่วยกันไม่ให้ฝุ่นผงผ่านเข้าไปภายในได้ และถ้ามีพวกมูกที่จะไหลเข้าไป ขนเหล่านี้จะพัดมันให้กลับออกมาสู่ pharynx

Bronchi มีอยู่ ๒ อัน ทอดเข้าสู่ปอดทั้ง ๒ ข้าง แยกออกมาจาก trachea แต่ว่าแตกต่างจาก tracher เล็กน้อย bronchi อันข้างขวาสั้นกว่า กว้างกว่าและตรงกว่าอันข้างซ้าย เมื่อทั้ง ๒ อันเข้าสู่ปอด จะแยกออกเป็นแขนงเล็ก ๆ ที่เรียกว่า bronchial tube และ bronchioles เป็นจำนวนมาก Bronchi นี้มีโครงสร้างเหมือนกับ trachea แต่เมื่อมันแยกเป็นแขนงเล็กลง ผนังของมันจะบางลงเรื่อย ๆ ในที่สุดจะไม่มีกระดูกอ่อนเป็นส่วนประกอบอยู่เลย และพวก fibrous tissue ก็จะหายไปด้วย เหลือแต่กล้ามเนื้อบาง ๆ และพวก elastic tissue ประกอบกันเป็นผนังบาง ๆ แต่เพียงชั้นเดียว ข้างในบุด้วย ciliated epithelium จากปลายของ broncholes แต่ละอันจะมีลักษณะคล้ายถุงยาว ๆ เรียกว่า atrium ซึ่ง atrium แต่ละอันก็แยกเป็นถุงลมเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากเรียกว่า alveoli หรือ air cells ซึ่งโดยมากมีรูปกลม ผนังของ alveoli นี้บางมากเป็นพวก simple squamous epithelium

เส้นประสาทและเส้นโลหิตของ trachea และ bronchi เส้นประสาทที่ไปและกลับจากอวัยวะทั้งสอง เป็นพวก thoracolumbar system และแขนงของ vagus nerve ส่วนเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยง trachea เป็นพวก inferior thyroid artery

ปอด

โครงสร้าง ปอดเป็นอวัยวะที่มีรูปร่างเป็นรูปกรวยซึ่งมีอยู่ในช่องอก แยกออกเป็น ๒ ข้าง มีหัวใจและอวัยวะภายใน mediastinum อยู่ระหว่างกลาง ปอดแต่ละข้างมีผนังทางด้านนอกนูน ที่ฐานจะเว้าเข้าไปเพื่อให้วางทาบได้พอดีกับพื้นบนของกระบังลมที่นูนขึ้น และปลายบนของมันที่เรียกว่า apex จะยื่นสูงขึ้นจาก sternal end ของซี่โครงซี่ที่ ๑ ไป ๒.๕–๔ ซม. (๑–๑ ๑/๒ นิ้ว) ปอดแต่ละข้างติดต่อกับหัวใจและหลอดลมใหญ่โดยทาง pulmonary artery, pulmonary vein, bronchial artery และ bronchial vein พวกประสาทก็มีพวก bronchial plexus น้ำเหลืองก็มีเส้นน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลืองนอกจากนี้ก็มี areolar tissue ปอดทั้งปอดหุ้มด้วยเยื่อหุ้มปอดที่เรียกว่า pleura ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยยึดปอดให้อยู่ในที่ของมัน ผนังด้านข้างในของปอดจะมีรอยเว้าเข้าไปเรียกว่า hilum ซึ่งเป็นทางเข้าของเส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลือง และเส้นประสาททั้งหลายที่อยู่ในขั้วปอดทางด้านหน้า และทางใต้ของ hilum เป็นรอยเว้าเข้าไปลึกเรียกว่า cardiac impression ซึ่งเป็น

ที่อยู่ของหัวใจ รอยเว้านี้ทางปอดซ้ายจะลึกและกว้างกว่าทางปอดขวา เพราะหัวใจอยู่ค่อนไปทางซ้าย

(รูปที่ ๒๐๕)

(แสดงปอดซีกหนึ่ง bronchiole *ที่เห็นแบ่งออกเป็น ๒ แขนง แต่ละอันทอดขึ้นข้างบน อันทางซ้ายมี* atrium *อยู่ ๒ อัน อันถัดไปแสดงให้เห็นภายใน* atrium *๓ อันที่ถูกตัดตามยาว รอบ ๆ ผนังของ* alveoli *แต่ละอันมีทางเปิดติดต่อกับภายนอก* atrium *อันถัดไปจะเห็น* pulmonary arterioles *อยู่รอบทางเปิดของ* alveolus *และ* pigment *ที่แสดงไว้อาจจะพบในคนแก่ และในปอดของคนที่มีผงถ่านฯลฯ สีน้ำเงินเป็นแขนงของ* pulmonary artery *ที่นำโลหิตเข้าสู่* atrium *เพื่อรับอากาศจาก* atrium *ก็มี* pulmonary vein *(สีแดง) และ* bronchial artery *เป็นเส้นโลหิตที่นำอาหารมาให้แก่* bronchioles)

(Gerrish)

ปอดขวาใหญ่กว่าและกว้างกว่าปอดซ้าย เพราะข้างซ้ายมีหัวใจไปเบียดแต่ก็สั้นกว่าข้างซ้าย ๑ นิ้ว เพราะว่ากระบังลมที่อยู่ทางด้านขวานั้นนูนสูงกว่าทางด้านซ้าย เพราะมีตับไปหนุนไว้ ปอดขวานี้แบ่งออกเป็น ๓ ซีก (lobes) คือ ซีกบน (superior) ซีกกลาง (middle) และซีกล่าง (inferior) ร่องที่อยู่ระหว่างปอดซีกหนึ่ง ๆ เรียกว่า fissure

ปอดซ้าย เล็กกว่า แคบกว่า และยาวกว่าข้างขวา แบ่งออกเป็น ๒ ซีก (lobes) คือ superior และ inferior

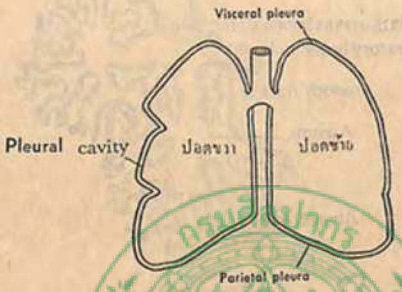
เนื้อของปอดพรุนเป็นรูเล็ก ๆ และเป็นฟองน้ำ เพราะมีอากาศและจับดูจะมีเสียง ถ้าเอาใส่ในน้ำจะลอย นอกจากนี้ก็ประกอบด้วย bronchial tube และถุงลม เส้นโลหิตใหญ่ เส้นน้ำเหลือง และเส้นประสาท และ elastic connective tissue แต่ละ lobe ของปอดแบ่งออกเป็น lobules (ซีกเล็ก ๆ) และแต่ละ lobule แบ่งออกเป็น bronchiole และปลายของ bronchioles เป็น atrium และแต่ละ atrium ก็มีถุงเล็ก ๆ หรือ alveoli ของปอดมีประมาณ ๗๐๐ ล้านอันหรือมากกว่านี้ โดยมากมันมีรูปกลมกว้างประมาณ ๑๐๐ ไมครอน ตามผนังของถุงลมเป็นเนื้อที่ของปอดที่ติดต่อกับอากาศ มันถูกหุ้มด้วยเส้นโลหิตฝอยเป็นจำนวนมาก ประมาณเนื้อที่ของปอดเหล่านี้ทั้งหมดประมาณ ๙๐ ตร. ม. ซึ่งมากกว่าเนื้อที่ผิวหนังทั้งหมดของเด็กหนุ่ม ๑๐๐ เท่า เนื้อที่ของปอดประมาณ ๗๐ ตร. ม. ที่ทำหน้าที่หายใจ

เส้นประสาทของปอดมีพวก craniosacral nerve ให้แขนงมากับ vagus nerve และพวก thoracolumbar nerve ที่ไปเลี้ยงเป็นแขนงของ visceral branches ของเส้นประสาทไขสันหลังตอนอก ๔ อันแรก

เส้นโลหิตที่ไปสู่ปอดแบ่งออกเป็น ๒ พวก (๑) แขนงของ pulmonary artery ที่นำโลหิตจากหัวใจห้องล่างขวา (๒) แขนงของ bronchial artery ที่นำโลหิตมาจาก arota

(๑) แขนงของ pulmonary artery ทอดไปตามหลอดลมเล็ก ๆ ในปอด และไปประสานกันเป็น plexuses ของเส้นโลหิตฝอย อยู่รอบถุงลม ผนังของถุงลมเป็นพวก simple squamous epithelium ชั้นเดียวหุ้มด้วย elastic connective tissue บาง ๆ และ plexus ของเส้นโลหิตฝอยเหล่านี้อยู่ใน elastic connective tissue อากาศที่ผ่านเข้าไปในถุงลมกับโลหิตที่อยู่ในเส้นโลหิตฝอย ถูกกั้นจากกันโดยเยื่อบาง ๆ ชั้นเดียวเท่านั้น Pulmonary vein เริ่มต้น

จาก pulmonary capillary ซึ่งมารวมกันเป็นแขนงใหญ่ผ่านเนื้อปอดไปรวมกับแขนงอื่น ๆ เป็นเส้นใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ ทอดคู่ไปกับ artery และ bronchial tube ผ่านออกทาง hilum ในที่สุดไปเปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย

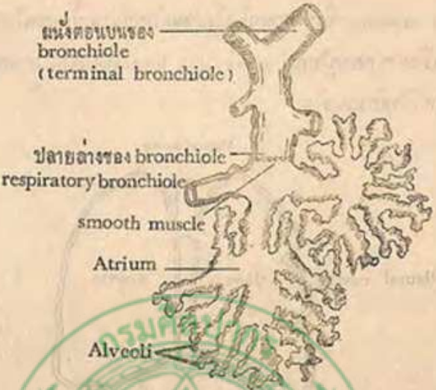


(รูปที่ ๒๐๖)

(*แสดง* parietal *และ* visceral pleura Parietal pleura *เป็นเยื่อชั้นในของผนังอก* visceral pleura *เป็นชั้นนอกของผนังปอด*)

(๒) แขนงของ bronchial artery ไปเลี้ยงเนื้อปอด bronchial tubes ผนังของเส้นโลหิต ต่อมน้ำเหลืองและเยื่อหุ้มปอด bronchial vein ตั้งต้นที่ขั้วปอดแต่ละข้าง รับโลหิตดำซึ่งทีแรกมาจากแขนงของ bronchial artery โลหิตที่มาตาม bronchial artery ผ่านเข้าสู่ pulmonary vein บ้าง แต่ส่วนมากกลับเข้าสู่ bronchial vein และ rightbronchial vein ไปเทเข้าสู่ azygos vein ส่วนเส้นทางซ้ายเทเข้าสู่ hemiazygos vein

Pleura หรือเยื่อหุ้มปอด เป็นเยื่อพวก serous ที่หุ้มปอดแต่ละข้าง เยื่อนี้มี ๒ ชั้น ๆ นอกเรียก parietal อยู่ติดข้างในผนังอกและกระบังลม และอีกชั้นหนึ่งเรียก visceral หุ้มติดกับเนื้อปอด



(รูปที่ ๒๐๗)

(หน่วยหนึ่งของปอดมีกระดูกอ่อนประกอบเป็นผนังตอนบนของ bronchioles *และบุด้วย* ciliated epithelium *ไม่มีกระดูกอ่อนในผนังปลายสุดของ* bronchioles *และเยื่อบุก็เปลี่ยนเป็น* squamous epithelium)

เยื่อหุ้มปอดทั้ง ๒ ชั้น มี serum ไปหล่อเลี้ยงให้ชุ่มชื้น ตามธรรมดาเยื่อทั้ง ๒ ชั้นนี้จะอยู่ชิดกัน ช่องระหว่างเยื่อทั้ง ๒ ชั้นนี้เรียก pleural cavity แต่ก็ไม่เหมือน cavity แท้ทั้งหลายของร่างกาย แต่ละครั้งที่มีการหายใจ เยื่อทั้ง ๒ ชั้นต่างก็จะมีการเคลื่อนไหว แต่ถ้าเยื่อนี้มีการอักเสบ (pleurisy ทำให้การเคลื่อนไหวของเยื่อเกิดติดขัด ถ้าเอาหูแนบกับหน้าอกฟังดูจะได้ยินเสียงผิดปกติเกิดขึ้น ในคนที่มีสุขภาพปกติ ภายใน pleural cavity จะมีน้ำถูกขับออกมาเพียงพอที่จะทำให้เยื่อลื่นเมื่อมีการหายใจเท่านั้น และน้ำนี้ถ้ามีมากก็จะถูกดูดซึมไปตามเส้นน้ำเหลืองได้ โดยเหตุนี้ตามปกติน้ำนี้จะมีเป็นจำนวนเพียงเล็กน้อย ในรายที่เยื่อหุ้มปอดอักเสบอาจจะมีน้ำขังมากขึ้น เนื่องจากว่าเซลล์ที่ทำหน้าที่ขับน้ำนี้ถูกรบกวนมาก ทำให้มันขับน้ำออกมากขึ้น และน้ำนี้ถูกขับออกมาจากเส้นโลหิตที่มีโลหิตมาคั่งมาก อาการนี้เรียกว่ามีน้ำขังในช่องปอดหรือ pleural effusion และถ้าน้ำที่ขับนี้กลายเป็นหนอง อาการนั้นเรียกว่า empyema

Mediastinum หรือช่องที่อยู่ระหว่างเยื่อหุ้มปอดข้างขวาและซ้ายซึ่งตรงเส้นผ่ากลางของหน้าอก มีบริเวณตั้งแต่กระดูกหน้าอกจนถึงกระดูกสันหลัง และข้างในมีอวัยวะภายในช่องอก บรรจุอยู่ เช่น ต่อมไธมัส หัวใจ aorta และแขนงของ pulmonary artery และ vein, superior vena cava และ inferior vena cava, azygos vein และ vein ต่าง ๆ นอกจากนี้มี trachea esophagus thoracic duct ต่อมน้ำเหลือง และเส้นน้ำเหลือง ทั้งหมดนี้อยู่ใน connective tissue

การหายใจ Respiration

จุดประสงค์ข้อใหญ่ของการหายใจ เพื่อจะรับอ๊อกซิเจนไปเลี้ยง cells ต่าง ๆ ในร่างกายและปล่อยคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่เซลล์ทั้งหลายถ่ายออกมาสู่ภายนอก นอกจากนี้การหายใจช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย และระบายน้ำออกมากับการหายใจออก เราพิจารณาการหายใจตามหัวข้อต่อไปนี้คือ

(๑) การหายใจแบ่งออกเป็นการหายใจเข้า (inspiration) และการหายใจออก (expiration)

(๒) External respiration หมายถึงการที่อ๊อกซิเจนจากภายนอกเข้าไปรวมกับโลหิตภายในร่างกาย หรือการที่อ๊อกซิเจนจาก alveoli ของปอด ผ่านเข้าสู่กระแสโลหิต และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์จากโลหิตผ่านออกมายังปอด

(๓) Internal respiration หมายถึงอ๊อกซิเจนภายในร่างกายหรือที่มีในโลหิตผ่านไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์จากเซลล์ต่าง ๆ ถ่ายเข้าไปสู่โลหิต

จะเห็นว่า external respiration เป็นวิธีการณ์ที่เกิดขึ้นในปอด และ internal respiration เป็นวิธีการณ์ที่เกิดขึ้นในเซลล์ที่ประกอบเป็น tissue

(๑) การหายใจ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า breathing เรารู้ว่าภายในทรวงอกเป็นที่อยู่ของปอด ปอดเป็นอวัยวะที่คล้ายถุง elastic จากภายในปอดมีทางเปิดติดต่อกับอากาศภายนอกโดยมี bronchi, trachea, glottis เป็นต้น ความดันภายในปอด (intrapulmonic pressure) จะมีเท่ากับความดันจากภายนอก ซึ่งตามธรรมดาจะเป็น ๗๖๐ มม. ของปรอท ผนังของทรวงอกป้องกันความดันของอากาศภายนอกที่จะไปกระทบปอด ความดันจากช่อง

อกปะทะปอด หรือ intrathoracic pressure จะแตกต่างกันแล้วแต่สภาพของทรวงอก แต่โดยมากมีประมาณ ๗๕๑ มม. เมื่อหายใจเข้าเกือบสุด และ ๗๕๔ มม. เมื่อหายใจออกเกือบสุด ทั้งนี้วัดโดยเครื่องวัดที่เรียก mercurial manometer ที่ติดต่อกับช่องปอด

ตลอดเวลาที่มีชีวิตอยู่ขนาดของช่องอกก็เปลี่ยนแปลงไปตามการหายใจเข้าและออก เมื่อกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจกำลังพัก ซึ่งเป็นตอนสุดของการหายใจออกอย่างธรรมดา อาจจะกล่าวได้ว่าทรวงอกมีขนาดและภาวะเป็นปกติที่สุด ถ้าเกิดมีการหายใจเข้าเต็มที่ก็เป็นเวลาที่ทรวงอกขยายใหญ่ ทำให้อากาศเข้าสู่ปอดได้มาก และภายหลังนี้โดยมากการหายใจจะเบาลง ช่องปอดจะกลับมีสภาพตามเดิมโดยระบายอากาศออกมากับการหายใจออก

กลวิธีของการหายใจเข้าและหายใจออก การหายใจเข้าอย่างเต็มที่เป็นผลของการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจเข้า (muscle of inspiration)

ในการหายใจเข้า ช่องอกจะขยายออกในทุก ๆ ด้าน คือตามยาว ตามลึก (dorsoventral) และขยายออกไปข้าง ๆ การขยายได้ตามยาวเนื่องมาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อของกระบังลม ซึ่งดึง central tendon ลงข้างล่าง ทำให้ช่องอกขยายทางนี้ และการขยายไปตามความลึก (dorsoventral) ของช่องอกและไปข้าง ๆ เนื่องจากการหดตัวของ intercostal และกล้ามเนื้ออื่น ๆ ที่ทำให้กระดูก sternum และซี่โครงเคลื่อนไปข้างบนและดันออกข้างนอก โดยเหตุนี้ปอดจะขยายออกตามขนาดของช่องอก ซึ่งตรงกับหัวใจมี atrial systole, ventricular systole และมีการหยุดนิดหนึ่งสลับกันไป ส่วนการหายใจออกนั้นเนื่องจากการยืดหยุ่นของปอดส่วนที่มีการหดตัวมาก่อน

กล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจเข้า (muscle of inspiration) มีเป็นจำนวนมากมาย เช่นกล้ามเนื้อของกระบังลม และกล้ามเนื้อทั้งหมดที่หดตัวพร้อม ๆ กับกระบังลม และอีกพวกหนึ่งที่หดตัวสลับกับกล้ามเนื้อเหล่านี้เป็น muscle of expiration กล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจเข้ามี กล้ามเนื้อของกระบังลม, external intercostal, scaleni(scalenus anterior, medius และ posterior) sternocleidomastoid, pectoralis muscle, serratus posticus superior (ตั้งต้นจาก spinous processes ของกระดูกคออันที่ ๗ และกระดูกสันหลังตอนอก ๒ หรือ ๓ อันแรก ไปยังริมบนของกระดูกซี่โครงซี่ที่ ๒ ๓ ๔ และ ๕) ความแรง

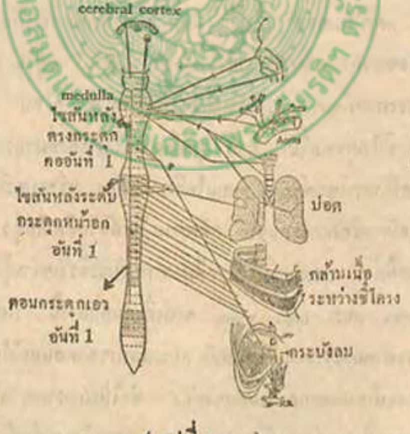
ของการหายใจเข้าจะเนื่องมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อเหล่านี้ แล้วมีกล้ามเนื้อของลำตัวของ larynx และ pharynx และกล้ามเนื้อของหน้าช่วย

กล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจออก (muscle of expiration) การหายใจออกธรรมดาเป็นผลตามที่เนื่องมาจากความถ่วง (gravity) และการยืดหยุ่นของปอด แต่ความแรงของการหายใจออกแล้วแต่ขนาดของทรวงอก ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากเหตุ ๒ อย่างคือ (๑) กระบังลมถูกดันขึ้นสูง เข้าไปในช่องอก ผลที่ทำให้มีการหายใจแรงมิใช่ว่าเพราะเหตุที่กระบังลมถูกดันขึ้น แต่เพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อของผนังช่องท้องด้วย เช่นการหดตัวของ external และ internal oblique, rectus และ transverzalis และ (๒) โดยการกดของซี่โครง กล้ามเนื้อที่ช่วยกดซี่โครงเป็น internal intercostal และ triangular sterni (พบอยู่ข้างหน้าและข้างในของผนังอก ใยของมันทอดจากกระดูกหน้าอกขึ้นข้างบนและออกไปข้างนอกไปเกาะที่กระดูกอ่อนซี่โครงอันที่ ๒ ถึงอันที่ ๖) นอกจากนั้นนักกายวิภาคบางคนรวมกล้ามเนื้อเหล่านี้เข้าไปด้วยคือ iliocostalis, seratus posterior, inferior quadratus lumbolum แต่ก็ไม่บอกชัดลงไปว่า มันหดตัวพร้อมกับกระบังลมหรือว่าสลับกันไป

ศูนย์กลางของการหายใจ (Respiratory center) อยู่ใน medulla oblongata เป็นศูนย์กลางของประสาทที่จะควบคุมการหายใจให้ลึกและเร็วแค่ไหน นั่นคือควบคุมจำนวนของอากาศที่จะเข้าไปสู่ปอดใน ๑ นาที ศูนย์กลางนี้ไวต่อสิ่งที่มากระตุ้น เช่นการที่โลหิตมีกรดมาก หรือมีเปอร์เซนต์ของคาร์บอนไดออกไซด์สูง หรือเปอร์เซนต์ของอ๊อกซิเจน หรืออุณหภูมิของโลหิตหรือความดันของโลหิตภายในเส้นโลหิตที่อยู่รอบ ๆ บริเวณศูนย์กลางของการหายใจนี้ด้วย กระแสประสาทที่มาจากอวัยวะที่รับความรู้สึกทั้งหลาย และจาก cerebral cortex และ hopothymus จะส่งถึงศูนย์กลางนี้ และจากศูนย์กลางการหายใจ กระแสประสาทผ่านไปตามไขสันหลัง และเส้นประสาทสันหลังไปยัง intercostal m. และกล้ามเนื้อของกระบังลมและกล้ามเนื้อของท้อง ทำให้มีการหายใจลึกและเร็วเท่าที่ร่างกายต้องการ นอกจากนี้ปอดช่วยปรับปรุงระยะของการหายใจเองอีกด้วย การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการหายใจเข้า เริ่มกระตุ้นให้กระแสประสาทไปตาม afferent fibers ของ vagus nerve และไปยังศูนย์กลางของการหายใจ ไปหยุดการหายใจเข้าแค่นั้น ทำให้มี

การหายใจออก เส้นประสาทที่อยู่ที่ carotid sinus และ arota เป็นพวก chemoreceptors หรือไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในโลหิต ณ ที่ ๒ แห่งนี้ เป็นที่เปลี่ยนแปลงระยะของการหายใจเหมือนกัน

การควบคุมอัตราของการหายใจ เราสามารถจะเพิ่มหรือลดจำนวนครั้งของการหายใจได้ในจำนวนจำกัด เช่นการบังคับใจก็ได้ในเวลาสั้น ๆ ถ้าเราหยุดการหายใจชั่วคราว หรือหายใจให้ช้าลง จำนวนคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในโลหิตจะมากขึ้น และนั้นหมายความว่าจะเกิดมีการกระตุ้นอย่างแรงที่ศูนย์กลางการหายใจได้ ตามที่เคยมีผู้ทดลอง การกลั้นหายใจที่นานที่สุดจะถึง ๒๓–๒๗ วินาที ซึ่งเป็นการกลั้นหายใจอย่างธรรมดา แต่ถ้าก่อนที่จะทำการกลั้นหายใจ เราหายใจเอาอ๊อกซิเจนที่บริสุทธิ์เข้าไปหลาย ๆ ครั้ง ระยะเวลาที่จะกลั้นหายใจจะนานขึ้นบ้างเล็กน้อย แต่ถ้าหายใจเข้าไปเต็มปอด หรือเต็มที่ และระบายคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ออกแล้วการกลั้นหายใจจะนานถึง ๗ นาทีได้



(รูปที่ ๒๐๘)

(แสดงพวกประสาทที่ควบคุมการหายใจ ส่วนประสาทที่ไปสู่กล้ามเนื้อของท้องไม่ได้แสดงไว้)

ต้นเหตุของการหายใจครั้งแรก เราเชื่อกันว่าทารกที่อยู่ในครรภ์นั้นมีการเคลื่อนไหวของอวัยวะที่เกี่ยวกับการหายใจ เช่นพวกน้ำคล่ำหรือ amniotic fluid จะไหลเข้าและออกจากปอด ซึ่งทำให้ทางเดินของอากาศที่จะเกิดขึ้นต่อไปนั้นมีการขยายตัว ภายหลังที่เด็กคลอดการไหลเวียนของโลหิตที่ได้จากรกขาดไป เด็กจะเริ่มหายใจครั้งแรก ทำให้ศูนย์กลางของการหายใจเริ่มทำงานทันที แต่ว่าถ้าศูนย์กลางของการหายใจไม่ทำงานตอนนี้ ก็อาจจะเป็นการทำงานอย่างอัตโนมัติขึ้นเลย ทำให้มีการหายใจติดต่อกันไป มีสาเหตุ ๓ ประการที่ทำให้การหายใจเกิดขึ้นทันทีคือ เนื่องจาก (๑) การที่จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ในโลหิตเพิ่มขึ้น เพราะการตัดสายสะดือเด็กทำให้ขาดออกซิเจนที่ได้รับจากแม่ (๒) มีการกระตุ้นที่ ของผิวหนังเพราะผิวหนังได้รับอากาศเย็น และถูกจับต้อง และแห้งกว่าอยู่ในมดลูก และ (๓) เนื่องจากสิ่งที่กล่าวมาเหล่านี้รวมกันทำให้เป็นเหตุใหญ่

ถ้าหากการกระตุ้นทางโลหิตและทางประสาททำร่วมกันอย่างปกติ อาจจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เปอร์เซนต์ของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และนั่นคือเพิ่มความเข้มข้นของกรด ทั้งนี้เป็นผลที่เกิดภายหลังการตัดสายสะดือเด็ก

ตลอดชีวิตของทารกในครรภ์ โลหิตของทารกได้รับออกซิเจนและถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ไปกับโลหิตของมารดา ทำให้โลหิตของเด็กมีความเข้มข้นพอดีที่จะไม่มีการกระตุ้นที่ศูนย์กลางของการหายใจในระหว่างอยู่ในครรภ์

ความลึกของการหายใจ การหายใจเบาๆ อย่างธรรมดาจุอากาศประมาณ ๕๐๐ ซีซี ถ้าต้องการจะเพิ่มออกซิเจนที่หายใจเข้า และจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถ่ายออกจะต้องหายใจให้ลึกเสียก่อน ๆ ที่จะหายใจให้เร็วเข้า

ระยะของการหายใจ ในเด็กรุ่นหนุ่มเฉลี่ยอัตราการหายใจประมาณ ๑๕—๒๐ ครั้งต่อ ๑ นาที ในคนที่มีสุขภาพดี อัตรานี้จะเพิ่มขึ้น ถ้าหากมีการออกกำลังกายหรือเวลาที่มีอารมณ์ต่าง ๆ ฯลฯ สาเหตุอันใดก็ตามที่เปลี่ยนแปลงการเต้นของหัวใจจะทำให้การหายใจต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย นอกจากนี้อายุก็เป็นสิ่งสำคัญเหมือนกัน ในเด็กในระหว่าง ๑ ขวบ อัตราเฉลี่ยประมาณ ๔๔ ต่อ ๑ นาที และอายุ ๕ ขวบจะลดลงเป็น ๒๖ ครั้งต่อ ๑

นาที และจะลดลงระหว่างอายุ ๑๕ และ ๒๕ ซึ่งเป็นอัตราที่อยู่ในขั้นมาตรฐาน

(๒) External respiration ศัพท์คำนี้หมายถึงการแลกเปลี่ยนแก๊สอ๊อกซิเจน และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่เกิดขึ้นในปอด การที่มีโลหิตไหลเวียนไปถึงเส้นโลหิตฝอยตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอยู่ตลอดเวลานั้น ทำให้โลหิตในร่างกายทั้งหมดไปผ่านเส้นโลหิตฝอยของปอด อย่างน้อยที่สุด ๑ หรือ ๒ ครั้ง ในทุก ๆ นาที นี่หมายความว่าตลอดเวลาที่บางส่วนของโลหิตอยู่ในปอดเพื่อแลกเปลี่ยนอากาศนั้น จะเป็นเวลานาน ๑ หรือ ๒ วินาทีเท่านั้น ซึ่งในเวลานี้การแลกเปลี่ยนแก๊สจะเกิดขึ้น โลหิตจะถ่ายคาร์บอนไดอ๊อกไซด์และความชื้นออกรับเอาอ๊อกซิเจนโดยให้ไปรวมกับเฮโมโกลบินทำให้โลหิตกลายเป็นสีแดง และทำให้อุณหภูมิของโลหิตลดลงเล็กน้อย

การเปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของอ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ที่พบ ใน โลหิตดำและโลหิตแดงมีประโยชน์มาก จำนวนที่แท้จริงของอ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในโลหิตดำ แตกต่างกันแล้วแต่การทำงานของ tissue และก็ต่างกันแล้วแต่ชะนิดของอวัยวะนั้น ๆ และแล้วแต่ว่าอวัยวะนั้น ๆ อยู่ในระหว่างทำงานหรือไม่ นอกจากนี้ก็แล้วแต่จำนวนของโลหิตที่ไปสู่อวัยวะนั้น ๆ ครั้งหนึ่ง ๆ มากน้อยเท่าไร จุดประสงค์ข้อใหญ่ของการแลกเปลี่ยนแก๊สเหล่านี้ก็เพื่อรักษาระดับของแก๊สที่มีในโลหิตให้คงที่

	จำนวนของอ๊อกซิเจน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ คิดเป็นเปอร์เซนต์	ไนโตรเจน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ในโลหิตดำมี	๑๒	๕๖	๑.๗
ในโลหิตแดงมี	๒๐	๕๐	๑.๗

การฟุ้งกระจายของแก๊สอ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ตามทฤษฎีที่เกี่ยวกับการหายใจนั้น การที่อ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ผ่านเข้าและออกจากโลหิตที่อยู่ในปอดนั้น และการที่อ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ผ่านออกและเข้าไปสู่ tissues นั้นต้องอาศัยวิธีการณ์ของการฟุ้งกระจายของอนุภาคของแก๊ส (diffusion) ถ้าสารละลายของแก๊ส

มีความเข้มข้นต่างกัน ถูกแยกออกจากกันโดยมีเยื่อบาง ๆ ที่เป็น permeable (ให้อนุภาคของสารผ่านได้) ขั้นอยู่อนุภาคของสารจะผ่านเยื่อนั้นไปสู่ซึ่งกันและกันทั้ง ๒ ด้าน จนทำให้ความเข้มข้นของสารละลายที่อยู่ทั้ง ๒ ข้างของเยื่อเท่า ๆ กัน โดยเหตุนี้ความเข้มข้นของอ๊อกซิเจนที่อยู่ในถุงลมของปอดจะสูงกว่าจำนวนของอ๊อกซิเจนที่มีอยู่ในโลหิตดำ และความเข้มข้นของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่อยู่ในโลหิตดำจะสูงกว่าในถุงลมของปอด อ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในถุงลมและในเส้นโลหิตจะถูกกั้นโดยเยื่อบาง ๆ ที่เป็น permeable ซึ่งประกอบเป็นผนังของมัน การกระจายของอนุภาคของแก๊สอ๊อกซิเจนจะออกจากถุงลมไปยังโลหิต และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์จะออกจากโลหิตไปยังถุงลม ส่วนใน tissues ความเข้มข้นของแก๊สทั้ง ๒ กลับกันกับที่อยู่ในปอด โดยเหตุนี้การฟุ้งกระจายของแก๊สอ๊อกซิเจนจะจากโลหิตไปยัง tissue และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์จะจาก tissues ไปยังโลหิต

แก๊สอ๊อกซิเจน ไนโตรเจน และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ จำนวนของอ๊อกซิเจนที่มีอยู่ในโลหิตแดงประมาณ ๑๙ หรือ ๒๐ เปอร์เซ็นต์บริมาตร และประมาณ ๐.๓ เปอร์เซ็นต์จะปนอยู่ในสารละลายและรวมกับเฮโมโกลบินในเม็ดโลหิตแดง จำนวนอ๊อกซิเจนในโลหิตดำมีประมาณ ๑๒—๑๔ เปอร์เซ็นต์บริมาตรและประมาณ ๐.๑ เปอร์เซ็นต์จะอยู่ในสารละลายและรวมกับเฮโมโกลบินเหมือนกัน คือเป็น oxyhemoglobin โดยทั่ว ๆ ไปจะเห็นว่าประมาณครึ่งหนึ่งของ oxyhemoglobin จะถูกถดถอยเพื่อให้อ๊อกซิเจนแก่เซลล์ต่าง ๆ เมื่อโลหิตอยู่ในเส้นโลหิตฝอย

จำนวนของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่มีในโลหิตดำประมาณ ๕๖ เปอร์เซ็นต์บริมาตรบางส่วนอยู่ในสารละลายและบางส่วนอยู่ในรูปที่เป็นโซดาไบคาร์บอเนต ฯลฯ ใน plasma จะอยู่ในรูปของโปแตสเซียมไบคาร์บอเนต, carbamino compounds และอยู่ในเม็ดโลหิตแดง จำนวนคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในโลหิตแดงมีประมาณ ๕๐ เปอรเซนต์บริมาตร Roughton ทดลองให้เห็นว่า enzymes ที่มีในเม็ดโลหิตแดงจะเป็นพวก catalyst ที่ช่วยในการสร้างกรดคาร์บอนิก โดยการรวมน้ำกับคาร์บอนไดอ๊อกไซด์นี้แสดงให้เห็นว่าโลหิตรับคาร์บอน-ไดอ๊อกไซด์จาก tissue และส่งไปยังปอดได้เร็วขึ้น ถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในโลหิตต่ำ การหายใจจะหยุดไปชั่วครู่หนึ่ง อาการนี้เรียกว่า acapnea ไนโตรเจนในโลหิต

ก็ปนอยู่ในแบบของสารละลายเหมือนกัน และการไหลเวียนของมันไปตามโลหิตนั้น ยังไม่รู้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับ tissue ทันทีอย่างไร

ความจุของปอด การหายใจออกที่ภายหลังของปอดมีอากาศจุอยู่เต็มที่ จะไม่ทำให้ปอดว่างเลยทีเดียว หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าการหายใจออกจะไม่ทำให้อากาศออกจากถุงลมของปอดหมด แต่ถึงกระนั้นมันก็ไม่มีอากาศอยู่เต็ม ในคนหนุ่มจำนวนของอากาศที่ถ่ายออกจากปอดเมื่อหายใจออกอย่างเต็มที่ ภายหลังหายใจเข้าเต็มที่เราเรียกว่า vital capacity เฉลี่ยแล้วมีประมาณ ๓๕๐๐—๔๐๐๐ ซีซี (๗—๘ ไปน์) จำนวนนี้มาจากผลบวกของ tidal, complemental และ supplemental air

จำนวนอากาศที่เก็บไว้ในปอด =	complemental air	๑๖๐๐ ซีซี	รวม vital capacity = ๓๗๐๐ ซีซี
	Tidal air	๕๐๐ ซีซี	
	Supplemental air	๑๖๐๐ ซีซี	
	Residual air	๑๐๐๐ ซีซี	
	ปอดจุอากาศได้ทั้งหมด =	๔๗๐๐ ซีซี	

Tidal air หมายถึง จำนวนของอากาศที่หายใจเข้าและออกจากปอดตามธรรมดา ในคนรุ่นหนุ่มสาวประมาณ ๕๐๐ ซีซี

Complemental air หมายถึงอากาศที่หายใจเข้าอย่างเต็มที่ภายหลังหายใจเข้าอย่างธรรมดา เท่ากับ ๑๖๐๐ ซีซี

Supplemental air หมายถึงจำนวนอากาศที่หายใจออกอย่างเต็มที่ภายหลังที่หายใจออกอย่างธรรมดา จะเท่ากับ ๑๖๐๐ ซีซี

Residual air เป็นจำนวนของอากาศที่ค้างอยู่ในปอดภายหลังหายใจออกอย่างเต็มที่ (ได้จากการตรวจศพ) ประมาณ ๑๐๐๐ ซีซี

Reserved air เป็น residual air รวมกับ supplemental air ในปอด ในภาวะที่มีการหายใจอย่างปกติ ประมาณ ๒๖๐๐ ซีซี (๕ ไปน์)

Minimal air ถ้าหากช่องอกถูกเปิดออก ปอดจะหดตัวแฟบลง (collapse) จะไล่ supplemental และ residual air แต่ก่อนที่ถุงลมในปอดจะว่างหรือก่อนที่อากาศจะออกจากถุงลมหมดจริง ๆ นั้น หลอดลมเล็ก ๆ ที่ต่อกับถุงลมนั้นจะตีบด้วย และอากาศที่ค้างข้างในจะถูกไล่ให้เข้าไปในถุงลม ทำให้มีอากาศค้างอยู่เป็นจำนวนเล็กน้อย ซึ่งเรียกว่า minimal air

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

อากาศที่หายใจเข้าและออก ถึงแม้จะหายใจออกอย่างเต็มที่แล้วก็ตาม อากาศจะไม่อาจจะออกจากปอดหมดได้ โดยเหตุนี้ถึงแม้ว่าหายใจเอาอากาศที่บริสุทธิ์เข้าไปแต่ละครั้งมันจะต้องไปรวมกับอากาศที่ค้างอยู่ในถุงลม เพราะฉะนั้นอากาศในถุงลมจึงไม่เหมือนกับอากาศที่หายใจเข้าไป แต่ตามธรรมดาก็ไม่แตกต่างกันมาก ถ้าพิจารณาตามส่วนประกอบใหญ่ ๆ ของอากาศที่หายใจเข้าและออกก็มี อ๊อกซิเจน ในโตรเจน และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ เฉลี่ยส่วนประกอบของมันตามอากาศที่หายใจเข้าและออกเป็นเปอร์เซนต์ปริมาตรจะเป็นดังนี้

	เปอร์เซนต์ของอ๊อกซิเจน	เปอร์เซนต์ของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์	เปอร์เซนต์ของในโตรเจน
อากาศหายใจเข้า	๒๐.๙๖	๐.๐๔	๗๙+
อากาศที่หายใจออก	๑๖.๐๒	๔.๓๘	๗๙+
ส่วนที่ต่างกัน	๔.๙๔ (จำนวนหายไป)	๔.๓๔ จำนวนที่เพิ่มขึ้น	๐+
จำนวนของอากาศที่อยู่ในถุงลม	๑๔	๕.๕	๗๙+

ตามตารางนี้แสดงว่าภายหลังที่อากาศผ่านปอด อากาศมีคาร์บอนไดอ๊อกไซด์เพิ่มขึ้นคือเป็น ๔.๓๔ ปริมาตร ในทุก ๆ ๑๐๐ ซีซี และจำนวนของอ๊อกซิเจนจะเสียไปคิดเป็น ๔.๙๔ ปริมาตร

อย่างไรก็ดีอากาศที่อยู่ภายนอกร่างกายอาจจะแห้งกว่าอากาศที่หายใจออกมา ซึ่งอากาศที่หายใจออกค่อนข้าง หรือมีจำนวนของไอน้ำสูง เฉลี่ยแล้วน้ำที่ถูกขับออกมากับการหายใจออกประมาณ ๕๐๐ ซีซี ต่อ ๑ วัน ส่วนอุณหภูมิภายนอกของร่างกายจะเป็นอย่างไรก็ตาม อากาศที่หายใจออกต้องอุ่นหรือมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของโลหิตในร่างกาย คืออยู่ในระหว่าง ๓๖.๗-๓๗.๗ องศาเซนติเกรด (๙๘-๑๐๐ องศาฟาเรนไฮต์) ใน

มนุษย์การหายใจเป็นวิธีหนึ่งที่ควบคุมอุณหภูมิและจำนวนน้ำภายในร่างกาย โดยเหตุนี้ความร้อนของร่างกายที่เสียไป โดยทำให้ลมอากาศที่หายใจออกมีความอบอุ่นก็ดี หรือทำให้น้ำเป็นไอน้ำออกมาก็ดี ย่อมเป็นกิจวัตรที่ต้องระบายความร้อนออกจากร่างกาย ทั้งนี้ความร้อนที่เสียไปคิดเป็น ๐.๕ แคลอรี่ ที่จะทำให้น้ำ ๑ กรัมกลายเป็นไอ

ถ้าอัตราการหายใจเป็น ๑๗ ครั้งต่อ ๑ นาที และถ้าการหายใจลึกตามธรรมดา อากาศที่หายใจเข้าและออกใน ๑ วันจะเท่ากับ ๑๒๐๐๐ ลิตร เมื่ออากาศหายใจเข้ามีอ๊อกซิเจนประมาณ ๒๐ เปอร์เซนต์ และอากาศที่หายใจออกมีอ๊อกซิเจนประมาณ ๑๖ เปอร์เซนต์ จะเป็นจำนวนของอ๊อกซิเจนที่หายใจเข้า ๔ เปอร์เซนต์ที่ถูกใช้ไปในร่างกาย ซึ่งคิดเป็น ๔๗๐ ลิตรต่อ ๑ วัน จำนวนนี้จะเป็น ๓๕๐ ซีซี ต่อ ๑ นาที

(๒) Internal respiration หมายถึงการแลกเปลี่ยนอ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ใน tissues ซึ่งเป็นการผ่านของอ๊อกซิเจนจากโลหิตไปยัง tissue fluid และจาก tissue fluid ไปยังเซลล์ของ tissue และการผ่านของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์จากเซลล์เข้าไปใน tissue fluid และจาก tissue fluid เข้าไปสู่โลหิต

ภายหลังจากการแลกเปลี่ยนอ๊อกซิเจนและคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในปอดแล้ว โลหิตที่รับอ๊อกซิเจนจะกลับไปยังหัวใจ เพื่อส่งไปเลี้ยงทั่วร่างกาย เมื่อโลหิตผ่านไปยังเส้นโลหิตฝอยของ tissue โลหิตจะมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและของเสียกับ tissue fluid เพราะภายใน tissue fluid จะมีจำนวนของอ๊อกซิเจนต่ำกว่าในโลหิต โดยเหตุนี้อ๊อกซิเจนในโลหิตผ่านไปสู่ tissue fluid แล้วผ่านเข้าสู่เซลล์ต่าง ๆ และในทางตรงข้ามคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในเซลล์ที่มีมากกว่าในโลหิต จะผ่านออกจากเซลล์ไปยัง tissue fluid และในที่สุดกลับเข้าสู่โลหิต

ที่สำคัญต้องจำไว้ว่า โลหิตให้อ๊อกซิเจนทั้งหมดแก่ tissues อ๊อกซิเจนทั้งหมดที่มีในโลหิตไปเลี้ยง tissues ประมาณ ๒๐ เปอร์เซนต์ (๑๙ เปอร์เซนต์จะอยู่รวมกับเฮโมโกลบินในเม็ดโลหิตแดง และมีน้อยกว่า ๑ เปอร์เซนต์ที่อยู่รวมกับ plasma หรือน้ำเหลืองของเลือด) แต่เมื่อโลหิตไปยังปอด โลหิตก็ไม่สามารถถ่ายคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ทั้งหมดออกทางปอดได้ คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ทั้งหมดที่ไปสู่ปอดประมาณ ๕๖ เปอร์เซนต์ และ ๕๐ เปอร์เซนต์จะจากปอดกลับคืนไปสู่ tissues อีก ถ้าคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในร่างกายมีมาก

เกินไปจะทำให้เกิดมีอาการหน้าเขียว หรือ asphyxia แต่ถ้ามันมีจำนวนพอดี ๆ มันก็มีความสำคัญต่อชีวิตเหมือนกับอ็อกซิเจนเหมือนกัน

รูปที่ ๒๐๙ ที่แสดงไว้ข้างล่างนี้ แสดงให้เห็นว่าการที่อ็อกซิเจนจะผ่านไปสู่เซลล์จะต้องผ่านเข้าไปเป็นขั้น ๆ ดังนี้คือ (๑) จากอากาศภายนอกเข้าสู่ปอด (๒) จากปอดเข้าสู่โลหิต (๓) จากโลหิตเข้าสู่เซลล์ และทุก ๆ ขั้นที่อ็อกซิเจนผ่านไปจะอาศัยวิธีการณ์ของ

(รูปที่ ๒๐๘)

(แสดงสรีรวิทยาของการหายใจ เส้น AB จะแทนเยื่อที่กั้นระหว่างอากาศที่หายใจเข้าไปใหม่ (มีอ็อกซิเจน ๒๐ เปอร์เซนต์และคาร์บอนไดอ็อกไซด์ ๐.๐๔ เปอร์เซนต์) และอากาศในถุงลมของปอด (มีอ็อกซิเจน ๑๔ เปอร์เซนต์ และคาร์บอนไดอ็อกไซด์ ๔ เปอร์เซนต์) ทั้งนี้เพื่อให้อากาศที่อยู่ทั้ง ๒ ด้านของเยื่อมีการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน C หมายถึงอากาศที่หายใจเข้าไป ถ้าหายใจธรรมดามีประมาณ ๕๐๐ ซี่ซี D เป็นอากาศที่อยู่ในปอดมีประมาณ ๓๐๐๐ ซีซี)

tissue fluid และเมื่อได้รับอากาศที่หายใจเข้าอยู่เรื่อย ๆ อากาศที่หายใจเข้าไปย่อมมีจำนวนของอ็อกซิเจนเข้มข้นกว่าอีกข้างหนึ่ง โดยเหตุนี้เมื่ออ็อกซิเจนที่เข้าไปสู่ปอดซึ่งเป็นขั้นที่ (๑) ก็จะออกจากปอดเพื่อไปสู่โลหิต ซึ่งเป็นขั้นที่ (๒) และเข้าสู่เซลล์ ซึ่งเป็นขั้นที่ (๓) โดยเหตุนี้อ็อกซิเจนที่เข้าไปตามระยะ ๆ ที่มีการหายใจเข้า (อัตราการหายใจ ๑๕–๑๒ ครั้งต่อ ๑ นาที) และเซลล์ก็จะได้รับโดยสม่ำเสมอกัน เพื่อให้เซลล์ได้ทำงานตามปกติ เพื่ออธิบายภาพข้างบนนี้ ในการหายใจธรรมดาจะมีการแลกเปลี่ยนแก๊สตรงเส้น AB ถ้าอากาศ

กรมศิลปากร

ที่หายใจเข้า ๕๐๐ ซีซี (อยู่บนเส้น AB) มีอ๊อกซิเจนเป็น ๒๐ เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร และถ้าอากาศในปอดมีประมาณ ๒๖๐๐ ซีซี (อยู่ข้างล่างเส้น AB) หรือมีอ๊อกซิเจน ๑๔ เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร เมื่อมีการออกกำลังกายอากาศที่หายใจเข้าจะเพิ่มขึ้น ตามปริมาตร จะมากหรือน้อยก็แล้วแต่การทำงานของร่างกาย เมื่อจำนวนของอ๊อกซิเจนถูกเพิ่มตามนี้ เส้น AB จะยาวขึ้น (เนื้อที่ของเยื่อต้องเพิ่มขึ้น) และปริมาตรของอากาศที่อยู่ใต้เส้น AB จะลดลง ดังนั้นจำนวนของอ๊อกซิเจนจะผ่าน AB มากขึ้น ทำให้อ๊อกซิเจนอีกด้านหนึ่งมีมากขึ้นด้วย จำนวนเลขที่บอกไว้หน้าก่อนว่าอากาศที่หายใจเข้าอย่างมากที่สุดจะได้ ๓๗๐๐ ซีซี และอากาศที่ค้างในปอดมี ๑๐๐๐ ซีซี ถ้าหายใจถี่ย่อมทำให้อากาศที่หายใจเข้ามีจำนวนอ๊อกซิเจนเข้มข้น

เมื่อโลหิตเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยของปอด อ๊อกซิเจนจะถูกดูดซึมจาก alveoli เข้าสู่ plasma หรือน้ำเหลืองของเลือด แล้วเข้าสู่เม็ดโลหิตแดง เพื่อรวมกับเฮโมโกลบินเป็น oxyhemoglobin เมื่อโลหิตออกจากปอด เฮโมโกลบินที่มีในเม็ดโลหิตแดงทั้งหมดจะเป็น oxyhemoglobin และ plasma ก็จะมีอ๊อกซิเจนละลายอยู่อย่างเข้มข้น และเมื่อโลหิตไปยังเส้นโลหิตฝอยของ tissues การดูดซึมแก๊สอ๊อกซิเจนจากเม็ดโลหิตแดงไปยัง plasma และจาก plasma ไปยัง tissue fluid และจาก tissue fluid ไปยังเซลล์ก็เกิดขึ้นเรื่อย ๆ

อัตราของการดูดซึมหรือการฟุ้งกระจายของแก๊สอ๊อกซิเจนนี้ จะแล้วแต่อัตราการใช้อ๊อกซิเจนของเซลล์ ซึ่งก็เริ่มต้นโดยการที่เซลล์ใช้อ๊อกซิเจน

Diffusion ของอ๊อกซิเจนจากปอดไปยัง Tissue

(1) (2) (3)

เม็ดโลหิตแดง	Plasma	Tissue fluid
A ──┼── B ↓	A ──┼── B ↓	A ──┼── B ↓
Plasma	Tissue fluid	เซลล์ (CO_2 etc.)
(4)	(5)	(6)

โลหิตนำอ็อกซิเจนจากปอดได้ประมาณ ๒๐ ส่วน (บริมาตร) ต่อ ๑๐๐ ส่วนของโลหิต และมากกว่า ๑๙ เปอร์เซ็นต์ของอ็อกซิเจนจะอยู่ในรูป oxyhemoglobin ในเม็ดโลหิตแดง และมีน้อยกว่า ๑ เปอร์เซ็นต์ จะละลายปนอยู่ในน้ำเหลืองของเลือด เมื่อโลหิตเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยของถุงลมของปอด อ็อกซิเจนจะซึมผ่านจากที่ ๆ มันมีความเข้มข้นสูงคือจากถุงลมเข้าสู่โลหิต ที่มีความเข้มข้นของอ็อกซิเจนต่ำ

โลหิตที่กลับออกจาก tissue จะมีอ็อกซิเจนประมาณ ๓๐ ส่วน ใน ๑๐๐ ส่วนของของโลหิต ฉะนั้นเมื่อโลหิตเข้าสู่ เส้นโลหิตฝอยที่อยู่ใน tissue อ็อกซิเจนก็จะออกจากที่ๆ ซึ่งมีความเข้มข้นสูง (จากโลหิต) เข้าสู่ที่ ๆ มีความเข้มข้นต่ำ (เพื่อให้เซลล์ใช้)

Diffusion ของคาร์บอนไดอ็อกไซด์จากเซลล์ไปยังปอด

คาร์บอนไดอ็อกไซด์ในเซลล์	Tissue fluid	Plasma
──┼── ↓	──┼── ↓	──┼── ↓
		เม็ดโลหิตแดง
Tissue fluid	Plasma	carbonic $CO_2+H_2O \longrightarrow HCO_3$ anhydrase
		$H_2CO_3+KHb \rightarrow HHb+KHCO_3$
(1)	(2)	(3)

$$H_2CO_3 \xrightarrow[\text{anhydrase}]{\text{carbonic}} CO_2 + H_2O$$

เม็ดโลหิตแดง	Plasma	อากาศที่ค้างในปอด
↓	↓	↓
Plasma	อากาศค้างในปอด	อากาศที่หายใจเข้าใหม่

แก๊สคาร์บอนไดอ็อกไซด์ทำขึ้นจากเซลล์ที่มีชีวิต ซึ่งได้มาจากการทำงานของเซลล์ต่างๆ คาร์บอนไดอ็อกไซด์ละลายในน้ำได้มากกว่าอ็อกซิเจน (๒.๗% บริมาตร) เมื่อมันรวมกับน้ำจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิค ปฏิกริยาของมันกลับกันได้ (reversible) ซึ่งช่วยทำให้ของเหลวในร่างกายมีฤทธิ์เป็นกรดและด่าง ตาม pH (ประมาณ ๗.๔)

คาร์บอนไดอ็อกไซด์ซึมผ่านเข้าไปใน plasma และจาก plasma ก็เข้าไปในเม็ดโลหิตแดง ซึ่งภายในมี enzymes ที่เรียก carbonic anhydrase เป็น catalyst ช่วยให้เกิดกรดคาร์บอนิคขึ้น ($H_2O + CO$ – – – H_2CO_3) ซึ่งทำให้เกิดปฏิกริยาหลายอย่างกับสารที่อยู่ในเม็ดโลหิตแดง แต่ที่สำคัญคือทำให้เกิดดังนี้คือ $H_2CO_3 + HKHb$ $HHb + KHCO_3$ เมื่อ oxyhemoglobin ให้อ็อกซิเจนแก่ tissue จึงเหลือแต่ฮีโมโกลบิน (ซึ่งเป็นกรดที่อ่อนกว่าอ็อกซี่ฮีโมโกลบิน) ซึ่งมีจำนวน ions มากมาย (เช่น K ions) ไปรวมกับกรดคาร์บอนิค ทำให้เกิด $KHCO_3$ ขึ้นเป็นต้น ทำให้เราพบสารชนิดนี้ในเซลล์ เมื่อเม็ดโลหิตแดงมีความเข้มข้นของ HCO_3 ions สูง ions ที่เป็น HCO_3 เกือบทั้งหมดจะซึมกลับเข้าไปใน plasma ซึ่งมีพวก CO_3 ในนั้นมาก โดยเฉพาะพวกโซดาไบคาร์บอเนต (ซึ่งมักเรียก chloride shift ของเม็ดโลหิตแดงเพราะไปรวมกับ Cl ions ที่มีอยู่ใน plasma ช่วยทำให้เกิดความเป็นกลางกับ HCO_3 ions)

โดยเหตุนี้จึงประมาณว่าคาร์บอนไดอ็อกไซด์ที่ถูกนำไปกับ plasma นั้นมี ๘๕–๙๐% ไปในรูปของคาร์บอเนต (CO_3) นอกจากนี้มันอยู่ในรูปของ carbamino compounds กับ hemoglobin ที่เรียก carbhemoglobin คาร์บอนไดอ็อกไซด์จำนวนต่าง ๆ กันที่มีในโลหิต (ซึ่ง

แล้วแต่ความเปลี่ยนแปลงตามเวลาของการทำงานของเซลล์) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลง และมันไปควบคุมจำนวน carbhemoglobin ที่จะถูกนำไปกับโลหิต ดังนี้สรุปว่าสิ่งสำคัญที่สุดที่โลหิตสามารถดูดซึมเอาคาร์บอนไดอ็อกไซด์ใน tissue และถ่ายออกที่ปอดก็คือ เฮโมโกลบินให้อ็อกซิเจนแก่ tissue และทำให้ตัวของมันเป็นกรดน้อยลงมันจึงต้องหากรดเพิ่มขึ้นโดยเอาพวกกรดคาร์บอนิคแทน ดังนั้นเมื่อปอดรับอ็อกซิเจนและถ่ายคาร์บอนไดอ็อกไซด์ ที่นั้นจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนกันอีก โดยอ็อกซิเจนเข้าไปแทนที่คาร์บอนไดอ็อกไซด์ในเม็ดโลหิตแดง

วิธีการณ์ของการหายใจ

ทุก ๆ ครั้งที่หายใจเข้าจะทำให้เกิดมีเสียง (rustling sound) ชนิดหนึ่งเกิดขึ้น ถ้าเอาแนบกับหน้าอกจะฟังได้ยิน เสียงนี้เกิดจากการขยายตัวของถุงลมเล็ก ๆ ในปอดและถ้าไม่มีเสียงนี้แสดงว่าอากาศไม่ได้เข้าไปในถุงลมของปอด หรือปอดอาจจะอยู่ห่างจากผนังหน้าอก โดยการที่มีน้ำขังในช่องปอด อากาศที่ผ่านเข้าออกจาก larynx, trachea และ bronchi จะทำให้เสียงยิ่งดังขึ้นที่เรียกว่า bronchial murmur ตามธรรมดา murmur จะได้ยินข้างบนหรือข้างหลังของหลอดลมเล็ก แต่ถ้าปอดไม่ปกติเช่น ในรายที่เป็นโรคปอดบวม (pneumonia) จะทำให้เสียงที่เกิดขึ้นดังกว่าปกติ และ murmur อาจจะได้ยินตามส่วนต่าง ๆ ของหน้าอกด้วย

ศัพท์ที่ใช้เกี่ยวกับการหายใจมี

Eupnea คำนี้หมายถึงการหายใจอย่างสบาย ๆ

Dyspnea หมายถึงการหายใจลำบาก ซึ่งอาจจะเนื่องมาจาก (๑) การเพิ่ม H ions concentraion (PH) ในโลหิต (๒) ความเจ็บปวดที่ไปกระตุ้น sensory nerve (๓) อาการอะไรก็ตามที่ไปกระทบกระเทือนการหายใจ หรือหัวใจ หรือมีอะไรไปอุดทางเดินของอากาศที่เข้าและออกจากปอด

Hyperpnea หมายถึงการหายใจที่มักจะเกิดขึ้นในระยะแรกของ dyspnea ทำให้การหายใจเพิ่มขึ้น (อาจจะแรงลึกหรือหายใจถี่ ๆ)

Apnea หมายถึงการหยุดการหายใจ ในทางสรีรวิทยาอธิบายว่า เนื่องจากขาด

การกระตุ้นที่ศูนย์กลางของการหายใจ แต่ในทางศัพท์แพทย์บางทีหมายความเหมือนกับ asphyxia

Chene-stoke respiration หมายถึงการหายใจที่แรงขึ้น และเร็วขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง ๆ มันจะค่อย ๆ ช้าลง และในที่สุดหยุดไปพักหนึ่ง แล้วเริ่มการหายใจอย่างทีแรกใหม่อีก วนเวียนกันไปเรื่อย ๆ ทั้งนี้มักจะพบในรายที่ศูนย์กลางของการหายใจถูกกด โดยเฉพาะที่สมอง หัวใจ และในรายที่เป็นโรคไต

Edematous respiration เมื่อถุงลมเล็ก ๆ ในปอดหรือ aircells มีน้ำเหลืองจากโลหิตซึมเข้าไป ทำให้อากาศที่เข้าไปไม่มีที่อยู่ตามธรรมดา และอากาศที่หายใจออกขึ้นเสียงหายใจรัว เพราะอากาศต้องผ่านสิ่งที่เป็นของเหลว เป็นอาการที่ร้ายแรงแก่คนไข้ เพราะได้รับอากาศที่หายใจเข้าไม่เพียงพอ คนไข้จะมี asphyxia

Asphyia เกิดจากอาการอะไรก็ตามที่กีดกั้นไม่ให้อากาศเข้าไปสู่โลหิตได้ อาจจะเป็นการอุดตันของทางเข้าของอากาศที่ไปยังปอด หรือศูนย์กลางของการหายใจถูกกด หรือการที่มีอ็อกซิเจนไปเลี้ยงไม่เพียงพอ หรือการที่โลหิตขาดเฮโมโกลบิน อาการขั้นแรกมักจะเป็นเพราะมีอาการของ dyspnea และมีการชัก และการหายใจจะช้าลง และหายใจตื้นในที่สุดจะกระตุก ผิวหนังเขียวคล้ำ ม่านตาขยาย ที่สุดจะหยุดหายใจ ถ้าหัวใจยังทำงานอยู่ การใช้การช่วยหายใจโดย artificial respiration อาจจะดีขึ้น

การถ่ายเทอากาศ (ventilation) ทุกครั้งที่มีการหายใจอากาศข้างนอกจะได้รับคาร์บอนไดอ็อกไซด์เพิ่มขึ้น และเสียอ็อกซิเจนไป เคยคิดกันว่า อาการที่ไม่สบายต่าง ๆ เช่นปวดศีรษะ การอึดโรย หรือเงื่องหงอย เป็นเพราะนั่งอยู่ในห้องที่มีการถ่ายเทของอากาศไม่ดี และในร่างกายมีจำนวนของคาร์บอนไดอ็อกไซด์เพิ่มขึ้น และอ็อกซิเจนน้อยลง แต่ผลที่เกิดหลังจากการทดลองหลายครั้งพิสูจน์ว่า อากาศในห้องที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดีก็ไม่ถึงกับมีจำนวนอ็อกซิเจนและคาร์บอนไดอ็อกไซด์แตกต่างกันมากมายอย่างที่คิดไว้ แต่ว่ากลิ่นต่าง ๆ ที่ออกมาจากร่างกาย และเสื้อผ้า ถ้ามีมากเกินไปก็ไปรบกวนระบบประสาทได้ขณะนี้ลงความเห็นกันว่า อันตรายที่ได้รับเกี่ยวกับการอยู่ในที่ ๆ มีการถ่ายเทอากาศที่ไม่ดี มันไปเกี่ยวกับการควบคุมการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกาย เพราะผิวหนังของคน

เราชอบอากาศเย็นสบาย และมีการระเหยของเหงื่อที่ออกมาได้บ้าง ในห้องแคบ ๆ ลมพัดไม่ได้ อากาศมักจะอุ่น และชื้น ร่างกายรู้สึกร้อน และระบายความร้อนออกทันทีไม่ได้ อุณหภูมิของร่างกายจะสูงขึ้น ทำให้เส้นโลหิตของผิวหนังขยาย จำนวนของโลหิตที่ส่งไปยังบริเวณนั้นมากขึ้น ทำให้รู้สึกร้อน ทั้งนี้ก็คล้าย ๆ กับความดันของโลหิตในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายลดลง ทำให้เกิดอาการง่วงเหงาซบเซา หรืออย่างน้อยที่สุดก็ทำให้เกิดการเฉื่อยชา เมื่อเป็นเช่นนี้ กล้ามเนื้อจะทำงานได้น้อยลง ประสิทธิภาพทางใจจะลดลงด้วย อาการเหนื่อยเกิดขึ้นเร็วกว่าธรรมดา ตามทัศนะที่กล่าวมานี้ควรให้มีการถ่ายเทอากาศในห้องให้ดี เพื่อให้เย็นสบายและมีความชุ่มชื้นพอดี ตามที่เคยเห็นแล้วว่าการใช้พัดลมไฟฟ้าในห้องที่ปิดหมด จะบันเทาความร้อนที่เกิดขึ้นจากตัวเราได้ มีผู้เขียนอีกผู้หนึ่งอธิบายว่า อันตรายอีกอันหนึ่งที่เกิดจากการที่อยู่ในห้องทึบ ๆ คือ ประสาทไม่ได้รับการกระตุ้นทำให้มันหย่อนตัวและเฉื่อยชา เพราะปลายประสาทที่อยู่ที่ผิวหนังไม่ได้ทำงาน เท่าที่ควรเป็น ซึ่งที่ถูกมันควรจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา โดยเหตุนี้ การถ่ายเทของอากาศต้องอาศัย (๑) ห้องต้องมีอากาศถ่ายเท และทางลมเข้าออก (๒) อุณหภูมิและดีกรีของความชื้นต้องพอที่จะทำให้เหงื่อที่ออกมาที่ผิวหนังแห้ง จากการทดลองแสดงว่าอุณหภูมิควรจะอยู่ในระหว่าง ๑๗–๒๐ องศาเซนติเกรด (๖๕–๗๐ องศา ฟาเรนไฮต์) ต้องจำใส่ใจไว้ว่าอุณหภูมิที่ว่านี้เป็นอุณหภูมิของผิวหนัง ไม่ใช่เป็นอุณหภูมิของอากาศที่อยู่ภายนอกร่างกาย อุณหภูมิผิวหนังนี้ขึ้นแล้วแต่ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายอย่างหนึ่ง และความร้อนจากอากาศภายนอก และการเคลื่อนไหวของอากาศภายในห้อง และความชื้น และเสื้อผ้าที่สวมใส่ว่าเก็บหรือนำความร้อนหรือไม่ ฯลฯ อีกอย่างหนึ่ง และถ้าอุณหภูมิของผิวหนังเป็น ๓๓ องศา เซนติเกรด นับเป็นความร้อนหรืออุณหภูมิที่กำลังสบาย ความร้อนที่เกิดในร่างกาย แล้วแต่การทำงานของบุคคลแต่ละคน และถ้าอุณหภูมิของห้องเป็น ๒๐ องศาเซนติเกรด และลมพัดประมาณ ๒๐ ฟุต ต่อ ๑ นาที ความชื้นน้อยกว่า ๕๐ % และเสื้อผ้าใส่ตามสบาย ความร้อนของผิวหนังจะเป็น ๓๓ องศาเซนติเกรด โดยทั่ว ๆ ไปคิดว่า ความชื้นสูงกว่า ๒๐ องศาเซนติเกรดเป็นความชื้นที่สูง จะทำให้อุณหภูมิของห้องต่ำลง (๓) ควรกำจัดกลิ่นตัว และเสื้อผ้าโคมไฟ และ ฯลฯ ทั้งหมดนี้จะแล้วแต่ขนาดของห้องตาม ก. จำนวนของคนที่จุอยู่ในห้องนั้น ข. อากาศถ่ายเทสะดวก ค. ไม่ให้มีการหายใจรดกันได้

สรุป

- **การหายใจ**
  - สิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องมีการหายใจ และต้องการอ๊อกซิเจน
  - การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในเซลล์นั้นแล้วแต่ อ๊อกซิเจน
  - คาร์บอนไดอ๊อกไซด์เป็นของเสียอย่างหนึ่งที่ทำให้เซลล์มีการเปลี่ยนแปลง และถ้ามีมากเกินไปต้องถ่ายออกนอกร่างกาย
  - การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดอ๊อกไซด์และอ๊อกซิเจนในปอด และในเซลล์ต้องอาศัยการหายใจ
- **สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญในระบบการหายใจของมนุษย์**
  - (๑) มีอากาศที่มีจำนวนอ๊อกซิเจนสูงอยู่ข้างหนึ่งของเยื่อ
  - (๒) มีเยื่อที่ชุ่มชื้น และ permeable (ให้อนุภาคของสารผ่านได้)
  - (๓) มี % ของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในกระแสโลหิตสูงอยู่อีกทางด้านหนึ่งของเยื่อ
- **ระบบการหายใจมี**
  - อากาศที่ผ่านไปทางจมูกหรือปากต้องผ่าน (๑) Larynx (๒) trachea (๓) bronchi (๔) ปอด
- **จมูก**
  - หน้าที่
    - เป็นอวัยวะพิเศษที่รับกลิ่น
    - เป็นทางผ่านของอากาศเข้าสู่อวัยวะที่ช่วยในการหายใจ
    - ช่วยในการออกเสียง
  - External nose
    - ประกอบด้วยกระดูก และกระดูกอ่อน
    - หุ้มด้วยผิวหนังและบุด้วย mucous membrane
    - รูจมูกภายนอกเป็นรูปไข่และมีทางเปิดออกภายนอก และกั้นด้วย septum
  - ช่องจมูกภายใน Internal cavity
    - เป็นช่องที่มีรูปคล้ายปีกค้างคาว
    - ตั้งต้นจากรูจมูกข้างนอกถึง pharynx
    - บุด้วย mucous membrane ที่เป็น cilia และมีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมากมาย
    - ประกอบโดย
      - กระดูก Palatine ๒ ชิ้น
      - กระดูก Maxillae ๒ ชิ้น
      - „ Ethmoid ๑ ชิ้น
      - „ Sphenoid ๑ ชิ้น
      - „ Nasal ๑ ชิ้น

จมูก (ต่อ)

- Conchae และ process ของ กระดูก ethmoid
  - superior meatus
  - middle meatus
  - inferior meatus
- ๑/๑๑ ของกระดูก vomer
- ประโยชน์ของการหายใจทางจมูก
  - ทำให้อากาศที่หายใจเข้า
    - อบอุ่น
    - ชุ่มชื้น
    - ช่วยกรอง
- ติดต่อกับ sinuses ของ
  - (๑) Frontal
  - (๒) Ethmoidal
  - (๓) Maxillary
  - (๔) Sphenoidal
- เส้นประสาท
  - (๑) Olfactory nerve สำหรับรับกลิ่น
  - (๒) Facial nerve
  - (๓) Opthalmic และ maxillary nerve
- เส้นโลหิต
  - External maxillary มาจาก external carotid
  - Internal maxillary
  - Ethmoidal artery มาจาก internal carotid

Larynx

- เป็นอวัยวะพิเศษสำหรับเกิดเสียง
- เป็นรูปหีบสามเหลี่ยม ประกอบด้วยกระดูกอ่อน ๙ ชิ้น
- อยู่ระหว่างลิ้นและ trachea
- ข้างในมี vocal folds หรือสายเสียง
- ระหว่างกลางของสายเสียงมีช่องเปิดเรียกว่า glottis ข้างบนของ glottis มี epiglottis คอยปิดอยู่
- ติดต่อกับอากาศภายนอกทางปากและจมูก
- เส้นประสาทที่มาเลี้ยงมาจาก
  - Internal branches ของ superior laryn -geal nerve
  - External branches ของ suprior laryn geal

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ เฉลิมพระเกียรติ

- เส้นโลหิตมาจาก
  - Superior thyroid ซึ่งเป็นแขนงของ external-carotid
  - Inferior thyroid ซึ่งเป็นแขนงของ thyroid axis

การออกเสียง
- เกิดขึ้นจาก vocal cords
- อวัยวะที่ช่วยในการหายใจ
- อวัยวะที่ช่วยในการออกเสียง
  - vocal cords (สายเสียง)
    - เสียงห้าว ๆ ในผู้ชายเพราะสายเสียงยาวกว่าผู้หญิง
  - Larynx pharynx ปาก จมูก ลิ้น
- ศูนย์กลางของการพูด ซึ่งอยู่ในบางส่วนของสมองช่วยควบคุมการใช้ลิ้นและขากรรไกร ดังนั้นจึงมีเส้นประสาทติดต่อซึ่งกันและกัน

Trachea
- เป็นหลอดกลมใหญ่ประกอบด้วยเยื่อเหนียวและกระดูกอ่อน ยาวประมาณ ๔ ๑/๒ นิ้ว กระดูกอ่อนที่ประกอบขึ้นมีรูปเป็นตัว ซี (c)
- อยู่ข้างหน้าของ esophagus
- ตั้งต้นจาก larynx ถึงริมบนของกระดูกสันหลังคอนอกอันที่ ๕ แล้วแยกออกเป็น bronchi ๒ อัน
- เส้นประสาทมี
  - แขนงของ vagi nerve
  - Recurrent nerve
  - Autonomics
- เส้นโลหิตคือ Inferior thyroid

Bronchi และ bronchioles
- มีข้างขวา และซ้าย โครงสร้างคล้าย trachea
- ข้างขวากว้าง สั้น และทอดตรงกว่าข้างซ้าย
- แบ่งออกเป็น bronchioles เล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก
- และเมื่อยิ่งแยกเป็นหลอดเล็กลง ผนังยิ่งบางเข้า และหลอดเล็กที่สุด ผนังของมันจะเป็นชั้นของกล้ามเนื้อบาง ๆ และ elastic tissue ข้างในบุด้วย ciliated epi the lium
- ปลายของ bronchioles แต่ละอันจะโป่งออกคล้ายถุงเล็ก ๆ ยาว ๆ เรียก atrium
- และ atrium แต่ละอันมีถุงลมเล็ก ๆ ยื่นออกไปเรียก alveoli หรือ air cell

- **ปอด**
  - ตำแหน่ง — อยู่ภายในช่องอกทั้ง ๒ ข้าง และแต่ละซีกมีอวัยวะภายใน mediastinum ขั้นกลาง
  - เป็นอวัยวะรูปกรวย
    - ด้านข้างนอกนูน เพื่อให้แนบพอดีกับผนังด้านในของช่องอกที่เว้าเข้า
    - ที่ฐานจะเว้าเข้า เพื่อวางทาบกับส่วนนูนของกระบังลม
    - ที่ยอด (apex) จะสูงกว่า sternal end ของกระดูกซี่โครงซี่ที่ ๑ ประมาณ ๑—๑ ๑/๒ นิ้ว
    - Hilum หรือรอยเว้าทางผนังด้านในของปอดเป็นทางผ่านของ bronchi เส้นโลหิต เส้นน้ำเหลือง และเส้นประสาท
  - ปอดขวา— ใหญ่กว่า กว้างกว่า และสั้นกว่าทางซ้าย แบ่งออกเป็น ๓ ซีก
  - ปอดซ้าย— เล็กกว่า แคบกว่า และยาวกว่า ข้างขวาแบ่งเป็น ๒ ซีก
  - โครงสร้าง — พรุนคล้ายฟองน้ำ ประกอบด้วย bronchial tubes, atria alveoli, เส้นโลหิตเส้นน้ำเหลือง และเส้นประสาท สิ่งเหล่านี้อยู่รวมกันได้โดยมี connective tissue ช่วยยึด

- **ปอด (ต่อ)**
  - เส้นโลหิต
    - pulmonary artery
      - นำโลหิตมาเพื่อรับอ๊อกซิเจน
      - ทอดไปตาม bronchial tube
      - มีกลุ่มของเส้นโลหิตฝอย รอบๆalveoli
      - pulmonary vein นำโลหิตกลับออกจากปอด
    - bronchial artery —นำอาหารมาให้กับเนื้อปอด

- **(เยื่อหุ้มปอด)**
  - เป็นถุงเยื่อหุ้มปอดที่ไม่มีทางเปิดสู่ภายนอก
  - มี ๒ ชั้น
    - Visceral layer ติดกับเนื้อปอด
    - Parietal layer ติดข้างในช่องอก
    - ตามธรรมดาอยู่ชิดกัน ระหว่างทั้ง ๒ ชั้นมี serum ช่วยหล่อลื่น
  - หน้าที่ ไม่ให้มีการเสียดสีกันกับอวัยวะที่อยู่ใกล้
  - Pleurisy เป็นการอักเสบของเยื่อหุ้มปอด

Mediastinum
- เป็นบริเวณที่อยู่ตรงกลางระหว่างเยื่อหุ้มปอดข้างขวาและข้างซ้าย ตั้งต้นจาก sternum ถึงกระดูกสันหลัง
- ข้างในเป็นที่อยู่ของหัวใจ เส้นโลหิตใหญ่ ๆ ที่ติดต่อกับหัวใจ trachea esophagus. thoracic duct และเส้นโลหิตต่ำต่าง ๆ ต่อมน้ำเหลืองและเส้นประสาท

การหายใจ (respiration)
- หน้าที่
  - เพิ่มจำนวนของอ็อกซิเจน
  - ลดจำนวนของคาร์บอนไดอ็อกไซด์
  - ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิ
  - ช่วยระบายของเสีย
- การหายใจ (breathing)
  - Inspiration เป็นการหายใจเข้า
  - Expiration เป็นการหายใจออก
  - External respira-tion
    - ได้อ็อกซิเจนจากภายนอก
    - คาร์บอนไดอ็อกไซด์จากโลหิตออกข้างนอก
    - } เกิดขึ้นในปอด
  - Internal respira-tion
    - อ็อกซิเจนจากในโลหิตไปเลี้ยงเซลล์
    - คาร์บอนไดอ็อกไซด์จากเซลล์ถ่ายเข้าสู่โลหิต
    - } เกิดในเซลล์
- ช่องอกขยายได้ทั้ง
  - ตามยาว
  - ขยายออกทางข้าง ๆ
  - ขยายตามส่วนลึก (dorsoventral)
- การหายใจเข้า
  - ช่องอกขยายใหญ่ขึ้น
    - ซี่โครงถูกยกขึ้น เพราะกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจเข้าหดตัว
    - กระบังลมกดลงข้างล่าง เพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อของกระบังลม
  - ปอดจะขยายใหญ่ตามช่องอก จนชิดกับผนังหน้าอก
  - อากาศผ่านเข้าทาง trachea และ bronchi

- **วิธีการณ์ของการหายใจเข้าและออก**
  - การหายใจออก
    - ช่องอกจะเล็กลง
      - กล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจเข้าหดตัว
      - เพราะการยืดหยุ่นของผนังหน้าอก
      - เพราะการยืดหยุ่นของปอด
    - อากาศผ่านออกจาก trachea

- **ศูนย์กลางของการหายใจ**
  - อยู่ใน medulla odlongata
  - ศูนย์กลางของการหายใจเข้าอยู่ในศูนย์กลางของการหายใจ
  - ศูนย์กลางของการหายใจออกสันนิษฐานว่าเช่นกัน
  - Efferent fibers ของศูนย์กลางของการหายใจผ่านลงมาตามไขสันหลังเชื่อมกับ vagi nerve และ sympathetic nerve ไปสู่เนื้อปอด
  - Afferent fibers นำความรู้สึกจากปอดไปสู่ศูนย์กลางของการหายใจติดต่อกับ sensory fiber ของประสาทสมองและไขสันหลังทั้งหมด
  - หน้าที่
    - อัตโนมัติ (automatic) ส่งกระแสประสาทไปตาม afferent fiber อยู่ตลอดเวลา
    - จำนวนและระยะของการหายใจแล้วแต่
      - Vagi nerve
        - มีเส้นประสาทอยู่ ๒ ชนิด
        - (๑) พวกระงับหรือควบคุมการหายใจเข้า
        - (๒) ควบคุมการหายใจออก
      - สภาพของสารเคมีในโลหิตเช่น pH ของโลหิต

- **การบังคับการ**
  - เราบังคับการหายใจได้ในเวลาอันสั้น
  - ธรรมดากลั้นหายใจได้ ๒๓—๒๗ นาที
  - ถ้าหัดให้ปอดรับอากาศได้ทีละมาก ๆ โดยหายใจยาว ๆ ไว้ในที่สุดจะกลั้น

หายใจ | ได้ถึง ๗ นาที

สาเหตุที่ทำให้เกิดการหายใจครั้งแรก
- (๑) จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ในโลหิตเพิ่มขึ้น
- (๒) การกระตุ้นที่ sensory nerve ที่ผิวหนัง
- (๓) การรวมกันของสาเหตุที่กล่าวมาแล้วทั้ง ๒

อัตราของการหายใจ
- ๑๖—๑๗ ครั้ง ต่อ ๑ นาที
  - ทั้งนี้แล้วแต่
    - การออกกำลังกาย
    - อารมณ์
    - การเต้นของหัวใจ
    - อายุ

External respiration
- เกิดขึ้นในปอด
- โลหิต
  - เสียคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ ๖ %
  - ได้ออกซิเจนประมาณ ๗ % (รวมกันเป็น oxyhemoglobin ซึ่งมีสีแดง)
  - อุณหภูมิของโลหิตลดลงนิดหน่อย

ความจุของปอด
- การแลกเปลี่ยนแก๊สอาศัยวิธีการณ์การฟุ้งกระจายของสาร (diffusion)
- ภายหลังที่ปอดถูกบรรจุด้วยอากาศครั้งแรกแล้ว หลังจากนั้นตลอดชีวิตมันจะไม่ว่างเปล่าอีกเลย
- Vital capacity คือจำนวนของอากาศที่บุคคลหนึ่งหายใจออกเต็มที่ภายหลังหายใจเข้าเต็มที่แล้ว เฉลี่ยแล้วประมาณ ๓๕๐๐—๔๐๐๐ ซีซี
- ศัพท์ที่เกี่ยวกับความจุของปอดมี
  - Tidal
  - Complemental
  - Suplemental
  - Residual
  - Reserve
  - Minimal

อากาศที่หายใจเข้าและออก
- เปลี่ยนแปลง
  - (๑) ความชื้นเพิ่มขึ้น อากาศที่หายใจออกมีความชื้นมาก
  - (๒) ความร้อนเพิ่มขึ้น อากาศที่หายใจออกมีอุณหภูมิเท่ากับโลหิตในร่างกาย

อากาศที่หายใจเข้าและออก — เปลี่ยนแปลง
- (๓) อ็อกซิเจนลดลง ๔.๙๔ %
  คาร์บอนไดอ็อกไซด์เพิ่มขึ้น ๔.๓๔ %

Internal respiration
- การแลกเปลี่ยนแก๊สใน tissue
- ประกอบด้วย
  - อ็อกซิเจนผ่านจากโลหิตเข้าไปใน tissue fluid และจาก tissue fluid เข้าไปในเซลล์
  - คาร์บอนไดอ็อกไซด์ผ่านจากเซลล์เข้าไปใน tissue fluid และจาก tissue fluid เข้าไปในโลหิต
- ต้องจำไว้ว่า โลหิตไม่ได้ให้อ็อกซิเจนที่มีอยู่ทั้งหมดแก่เซลล์ และไม่ถ่ายคาร์บอนไดอ็อกไซด์ทั้งหมดที่ปอด

วิธีการณ์ของการหายใจ
- อากาศผ่านเข้าสู่ alveoli ทำให้เกิดเสียง rustling sound อากาศผ่านเข้าและออกจาก larynx, trachea และ bronchial tubes ทำให้เกิดเสียงดังกว่า เรียก bronchial murmur ถ้าในรายที่เป็นโรค เสียงที่เกิดขึ้นเรียก rales
- Eupnea คือการหายใจอย่างสบาย ๆ ธรรมดา
- Dyspnea คือการหายใจลำบาก
- Hyperpnea คือการหายใจถี่หรือเร็ว
- Apnea คือการที่หยุดการหายใจ
- Cheyne-stokes — การหายใจแรงและเร็วเข้าทุกที ในที่สุดจะเบาๆ และหยุดลง แล้วเริ่มแรงใหม่อีก วนเวียนกันไป
- Edema tous respiration. — Air cells เต็มด้วยน้ำ ดังนั้นทำให้อากาศชื้นและเสียงหายใจรัว ๆ
- asphyxia คือการขาดอ็อกซิเจน

การถ่ายเทของอากาศ
- (๑) มีลมพัดผ่านได้ หรือการถ่ายเทของอากาศดี
- (๒) มีความร้อนหรือดีกรีของความชื้นพอที่จะทำให้เหงื่อที่ออกมาที่ผิวหนังแห้งได้ อุณหภูมิควรจะอยู่ในระหว่าง ๖๕–๗๐ องศาฟาเรนไฮต์
- (๓) กำจัดกลิ่นเหม็นทั้งหลาย

บทที่ ๑๘

กายวิภาคและจุลกายวิทยา (Histology) ของระบบการย่อยอาหาร

ภายในอวัยวะที่ช่วยย่อยอาหาร จะเป็นที่ช่วยเปลี่ยนแปลงอาหารที่รับประทานเข้าไป จากที่เป็นชิ้นใหญ่ ๆ ให้เหลวละเอียดพอที่จะดูดซึมเข้าไปในกระแสโลหิตเพื่อไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายได้ การเปลี่ยนแปลงที่ว่านี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร และวิธีที่ว่านี้เรียกว่าวิธีการย่อยอาหาร อวัยวะที่ช่วยย่อยทั้งหมดนี้รวมกันเรียกว่าอวัยวะของระบบการย่อยอาหาร

การย่อยอาหารแบ่งออกเป็น ๒ พวก พวกแรกเกี่ยวกับการเคลื่อนอาหารไปตามทางเดินของมัน ซึ่งทางเดินของมันนี้ประกอบไปด้วยอวัยวะต่าง ๆ ฉะนั้นการเคลื่อนอาหารไปตามอวัยวะเหล่านี้ควรให้มีเวลาพอที่อาหารจะถูกเปลี่ยนแปลง ภายในอวัยวะแต่ละอันได้เพื่อเตรียมอาหารเหล่านั้นให้อวัยวะอื่น ๆ ที่อยู่ถัดไปช่วยย่อยอีกทีหนึ่ง และต้องให้เร็วพอที่อาหารเหล่านั้นจะดูดซึมเข้าไปใช้ในร่างกายตามความต้องการได้ ไม่มีการเน่าเปื่อยเกิดขึ้นก่อนได้

อีกพวกหนึ่งคือพวกที่ช่วยทำให้อาหารแหลกและเป็นชิ้นเล็ก ๆ พอที่จะซึมผ่านผนังของทางเดินอาหารเข้าสู่ body fluid ทั้งนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางรูปร่างของอาหารที่รับประทานเข้าไป โดยมีการเคี้ยวและการทำงานของกล้ามเนื้อของอวัยวะต่าง ๆ ที่ช่วยย่อยอาหาร นอกจากนี้ก็มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจากอนุภาค หรือ molecule ที่ใหญ่ให้เล็กพอที่จะดูดซึมเข้าไปในโลหิตได้ โดยเหตุนี้จะเห็นว่าการดำเนินงานตามปกติของอวัยวะเหล่านี้มีความสำคัญต่อสุขภาพของร่างกายมาก

ระบบการย่อยอาหาร

ระบบการย่อยอาหารประกอบด้วยทางเดินของอาหารทั้งหมด (ตั้งแต่ปากถึงทวารหนัก) และอวัยวะที่ช่วยย่อยอาหาร ซึ่งมีลิ้น ฟัน ต่อมน้ำลาย ตับอ่อน และตับ

ท่อทางเดินของอาหาร (alimentary canal) เป็นทางเดินของอาหารที่ติดต่อกันยาวประมาณ ๙ เมตร (๓๐ ฟุต) ทอดตั้งแต่ปากจนถึงทวารหนัก ส่วนใหญ่ของมันจะอยู่ในช่อง

ท้อง จาก esophagus ถึงท[...] นี้มีผนัง ๔ ชั้น นับจากชั้นในออกไปหาชั้นนอกมีดังนี้คือ

(๑) ชั้นในสุดเรียกว่า muc[...] เป็นเยื่อบางมากที่บุอยู่ข้างในสุด ภายในเยื่อนี้มีต่อมเป็นจำนวนมากสำหรับขับน้ำย่อย [...]

(๒) ชั้นถัดออกไปเรียก submuco[...]t อยู่ใต้ชั้นแรกประกอบด้วย areolar connective tissue และเส้นโลหิตใหญ่และเส้นน้ำเหลืองเกือบทั้งหมดมาสิ้นสุดที่ชั้นนี้

(๓) ชั้นถัดออกไปอีกเป็นชั้นกล้ามเนื้อเรียก muscular coat เป็นพวก nonstriated muscle หรือกล้ามเนื้อไม่มีลายเรียงซ้อนกันอยู่ ๒ ชั้น ชั้นในเซลล์ของมันจะเรียงรอบ ๆ ตามขวาง และเซลล์ชั้นนอกจะเรียงกันตามยาว และเมื่อเซลล์ของกล้ามเนื้อเหล่านี้มีการหดตัว จึงทำให้อวัยวะที่มันประกอบอยู่บีบตัวเป็นคลื่น เรียกการหดตัวของมันว่า peristalic wave ตรงที่ทางเดินของอาหารขยายออกเช่นกระเพาะ จะได้รับอาหารก็โดยการที่เซลล์ของกล้ามเนื้อที่เรียงกันตามยาวของหลอดอาหารข้างบนหดตัว และแล้วพวกที่เรียงกันอยู่ตามขวางจะหดตัวตามไปบ้าง การหดตัวนี้ได้อาหารที่อยู่ภายในให้ล่องไปสู่กระเพาะ

(๔) อวัยวะที่อยู่ในช่องท้อง ชั้นที่ ๔ หรือนอกสุดเป็น serous coat ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเยื่อบุช่องท้อง (visceral peritoneum)

Esophagus เป็นทางเดินของอาหารที่อยู่ข้างบนกระบังลม อยู่ภายใน mediastinum และชั้นนอกสุดเป็น areolar connective tissue ไม่มีชั้น serous กล้ามเนื้อที่อยู่ส่วนบนของ esophagus เป็นกล้ามเนื้อพวกที่มีลาย แล้วต่อมาค่อย ๆ เป็นกล้ามเนื้อพวกที่ไม่มีลาย (nonstriated muscle) จนในที่สุดส่วนล่างของมันจะเป็นกล้ามเนื้อที่ไม่มีลายทั้งหมด

Peritoneum เป็น serous membrane ผืนใหญ่ที่สุดในร่างกายในผู้ชาย เยื่อนี้จะมาประกอบเป็นถุงที่ไม่มีช่องเปิดเลย ชั้นนอกของเยื่อนี้บุผนังของช่องท้องชั้นในย้อนไปคลุมอวัยวะภายในช่องท้อง และส่วนบนของอวัยวะบางชิ้นภายในอุ้งเชิงกราน ช่องที่อยู่ระหว่างชั้นทั้ง ๒ ของ peritoneum เรียกว่า peritoneal cavity (cavity นี้ไม่เหมือนกับ cavity ทั้งหลายในร่างกาย เพราะเป็นช่องเล็ก ๆ เท่านั้น) และภายในมีพวก serum ที่เรียก peritoneal fluid ที่ป้องกันไม่ให้เยื่อทั้ง ๒ ชั้นนี้มีการเสียดสีกันมากเกินไป เวลาที่มีการเคลื่อน

ไหว การจัดระเบียบของเยื่อนี้สับสนมา[illegible] งท้องมันมีบางส่วนที่พับห้อยลง มา ๒ พับ เพื่อให้มันไปหุ้มอยู่ระหว่าง[illegible] และช่องเชิงกรานแต่ละชั้นและหุ้มอวัยวะทั้งหม[illegible]ด้วย พับหนึ่งที่ห้อย[illegible]ntum แขวนอยู่ข้างหน้าของกระเพาะอาหารและลำไส้ [illegible]พับหนึ่งเรียก me[illegible]งต่อมาจาก serous coat ของกระเพาะและยึดลำไส้เล็ก[illegible]ลำไส้ใหญ่เกือบทั้งหมด[illegible]งท้องทางด้านหลัง

(รูปที่ ๒๑๐)

(ร่างกายที่ผ่าตามยาวเห็นอวัยวะต่าง ๆ ในช่องท้องเช่น peritoneum, mesentery, omentum *เส้นดำ ๆ แสดงว่ามี* peritoneum *คลุม จุด ๆ เป็นที่ ๆ ไม่มีคลุม)*

หน้าที่ของ peritoneum ป้องกนไม่ให้อวัยวะที่อยู่ชิด ๆ กันเหล่านั้นเสียดสีกันเพราะเยื่อนี้สามารถขับพวก serum ทำให้ลื่น นอกจากนี้ช่วยยึดอวัยวะภายในช่องท้อง และช่องเชิงกรานให้อยู่ตามที่ ๆ ของมัน omentum เป็นพวกที่มีไขมันมาก

การแบ่งท่อทางเดินของอาหาร แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ และมีชื่อต่าง ๆ กันดังนี้

ช่องปาก mouth cavity ภายในมีลิ้น ทางเปิดของต่อมน้ำลายและฟัน

Pharynx หลอดอาหารตอนคอ

กระเพาะอาหาร (stomach)

ลำไส้เล็ก (small intestine ซึ่งแบ่งออกเป็น duodenum, jejunum, ileum.

ลำไส้ใหญ่ {
- Cecum
- Colon
- Rectum ทวารหนัก
- Anal canal ทางออกของทวารหนัก

และ colon แบ่งออกเป็น ascending. transverse, descending และ sigmoid colon.

ช่องปาก Pharynx และ Esophagus

ช่องปากบางทีเรียก mouth cavity หรือ buccal cavity เป็นช่องที่ประกอบขึ้นจาก ด้านหน้าเป็นริมฝีปาก ด้านข้างเป็นแก้ม ข้างหลังติดกับ pharynx และเพดาน (ซึ่งแบ่งออกเป็นเพดานอ่อนและเพดานแข็ง) พื้นล่างส่วนใหญ่เป็นลิ้น และบริเวณใต้ลิ้นและขากรรไกรล่าง ข้างนอกเป็นริมฝีปากและแก้ม ข้างในมีเหงือกและฟัน ระหว่างริมฝีปากกับเหงือกและฟันเรียก vestibule หลังจากฟันเข้าไปเรียก mouth cavity แท้ ริมฝีปากเป็นพวกกล้ามเนื้อและเยื่อที่อยู่รอบช่องปาก

(รูปที่ ๒๑๑)

(เพดานอ่อน (Soft Palate) ลิ้นไก่ และต่อมทอนซิล มองจากข้างหน้า) (Gerrish)

Palate หรือเพดาน ประกอบด้วยส่วนแข็งข้างหน้าซึ่งเป็นปุ่มยื่นของกระดูก maxillary และ palatine ส่วนแข็งนี้เรียกว่า hard palate หรือเพดานแข็ง และข้างหลังส่วนแข็งนี้เป็นส่วนอ่อน หรือเรียกว่า soft palate เป็น mucous membrane ที่พับยื่นออกไปเคลื่อนไหวได้ ข้างในมีพวกกล้ามเนื้อ เส้นโลหิต เส้นประสาท adenoid tissue (พวกต่อม) และ mucous glands ตรงกลางของริมล่างของ soft palate มีส่วนยื่นออกมาเรียก ลิ้นไก่ หรือ uvula

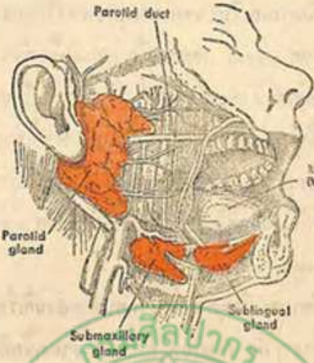
ทางเปิดที่อยู่ช่องปากกับ pharynx หรือช่องคอเรียก fauces

Palatine tonsils หรือเรียกภาษาธรรมดาว่า ต่อมทอนซิล เป็นก้อน tissue ของน้ำเหลือง หรือต่อมน้ำเหลือง ๒ ต่อมอยู่ที่โคนลิ้น คืออยู่ที่โคนของลิ้นไก่ที่ไปต่อกับกระดูก palatine ทั้ง ๒ ข้างที่ผิว ๆ ของต่อม tonsil มีช่องเปิดเรียก crypts เป็นที่ติดต่อกับทางเดินของน้ำเหลืองที่อยู่ข้างในต่อม ต่อมนี้มีเส้นโลหิตมาเลี้ยงคือพวก lingual artery และ external carotid artery มีเส้นประสาทที่ไปและกลับของ autonomic nervous system ข้างใต้ลิ้นมีต่อมน้ำเหลืองเล็ก ๆ เรียก lingual tonsils

หน้าที่ของต่อมทอนซิล เหมือนกับต่อมอื่น ๆ คือ ช่วยสร้างเม็ดโลหิตขาว และป้องกันการอักเสบทั้งหลาย ที่จะเกิดขึ้นในร่างกายโดยช่วยกรอง พวกเชื้อโรคต่าง ๆ ที่จะผ่านเข้าไป หรือกักพวกเชื้อ ถ้าต่อมนี้ผิดธรรมดามันจะทำหน้าที่ได้ไม่เต็มที่ ทำให้การอักเสบเข้าไปสู่กระแสน้ำเหลืองได้โดยตรง และแล้วในที่สุดจะเข้าสู่กระแสโลหิต แต่ถ้าต่อมนี้โตมากมันจะปิดช่องคอ จนทำให้หายใจไม่สะดวก การอักเสบของต่อมทอนซิลเรียก tonsilitis

เพดาน ลิ้นไก่ ต่อมทอนซิล จะเห็นได้ง่ายถ้าอ้าปากให้กว้าง ๆ และกดลิ้นลง

ลิ้น เป็นอวัยวะพิเศษสำหรับรส นอกจากนี้ช่วยในการเคี้ยว กลืน และย่อยอาหาร โดยการเคลื่อนไหวของมันที่จะช่วยเคลื่อนอาหารลงลำคอ หรือช่วยให้พ้นไล้บดอาหารนั้น ๆ พวกต่อมที่อยู่ที่ลิ้นช่วยขับพวก mucous (พวกน้ำเมือก) ที่ทำให้อาหารลื่นและกลืนง่าย นอกจากนี้ช่วยกระตุ้น taste buds ที่มีประสาทที่สำหรับให้รู้รส เพื่อให้น้ำลายออกมาเพิ่มขึ้น และไปกระตุ้นให้น้ำย่อยของกระเพาะเริ่มไหลออกมา



(รูปที่ ๒๑๒)

(ต่อมน้ำลาย และท่อของมัน)

ต่อมน้ำลาย salivary glands พวกเยื่อที่บุปาก มีต่อมเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากเรียก buccal glands ซึ่งช่วยขับน้ำย่อยหรือ secretion น้ำย่อยที่สำคัญมาจากต่อมที่มีรูปคล้ายถุง หรือพวก compound saccular gland ๓ คู่ ซึ่งเรียก parotid, submaxilla และ sublingual glands Parotid แต่ละต่อมอยู่ใต้หูทางด้านหน้า และมีท่อมาเปิดทางด้านในของแก้มตรงกับฟันกรามบนซี่ที่ ๒ submaxilla และ sublingual gland อยู่ข้างใต้ขากรรไกรและใต้ลิ้น submaxillary แต่ละต่อมอยู่หลัง ห่างจาก sublingual และท่อของมันมีข้างละ ๑ ท่อ และท่อของ sublingual แต่ละข้างมีเป็นจำนวนมาก มาเปิดที่บริเวณพื้นของปาก ใต้ลิ้น น้ำย่อย หรือ secretion ที่ต่อมเหล่านี้ขับออกมาผสมกับ secretion ที่ต่อมเล็ก ๆ ของช่องปากขับออกมา เรียกว่าน้ำลายหรือ saliva

เส้นประสาทและเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงต่อมน้ำลาย เส้นประสาทเป็นพวกที่มาจาก facial nerve และ glossopharyngeal nerve ซึ่งทำหน้าที่ทั้ง ช่วยขับน้ำลายและบังคับเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงต่อมน้ำลาย และพวกที่มาจาก craniosacral และ thoracolumbar system ส่วนโลหิตที่ไปเลี้ยงมาจาก external carotid artery & jugular vein

ฟัน (dentes) ริมล่างและริมบนของกระดูกขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างมีแอ่งสำหรับเป็นที่ฝังรากฟันที่เรียก alveoli และแอ่งที่อยู่ของฟันนี้บุด้วย periosteum เยื่อหุ้มกระดูก ซึ่งติดต่อกับเหงือกที่หุ้มอยู่ที่โคนหรือรากฟัน เหงือกนี้เป็นพวก mucous membrane และ connective tissue ที่หุ้มอยู่ติดรากฟัน Periosteum ที่ว่านี้ช่วยนำอาหารมาให้แก่ฟัน

ฟันแต่ละซี่แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือส่วนที่เป็นรากเรียก root เป็นส่วนที่ฝังอยู่ในแอ่งของกระดูกขากรรไกรทั้ง ๒ ส่วนที่โผล่พ้นเหงือกขึ้นมาเรียก crown และส่วนที่อยู่ระหว่าง root และ crown เรียก neck

ถ้าหากผ่าฟันตามยาวจะเห็นทุก ๆ ซี่ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า dentin ซึ่งเป็นเนื้อและทำให้ฟันมีรูปร่างต่าง ๆ กัน ภายในหรือตรงกลางของเนื้อฟันนี้มี pulp cavity ซึ่งเป็นที่อยู่ของเส้นโลหิตและเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงฟัน เปลือกนอกสุดของเนื้อฟันที่พ้นเหงือกขึ้นมาเรียก enamel และส่วนที่หุ้มรากฟันเรียก cement ทั้ง enamel, dentin และ cement เป็นสารพวกที่แข็งกว่ากระดูก Enamel เป็นส่วนที่แข็งที่สุดที่พบในร่างกาย ซึ่งเจริญมาจากพวก epithelial tissue ตรงกลางเนื้อของฟันใต้เหงือกลงไปซึ่งเป็นที่อยู่ของเส้นประสาทและเส้นโลหิตที่เข้าไปเลี้ยงฟัน โดยทอดผ่านมาตามรูเล็ก ๆ ที่อยู่ที่ปลายของรากฟัน เส้นโลหิตและเส้นประสาทเหล่านี้อยู่ด้วยกันได้โดยมี connective tissue ช่วยยึดไว้

(รูปที่ ๒๑๓)

(รูปฟันกรามของมนุษย์ ผ่าตามยาว)

คนเราจะมีฟันอยู่ ๒ ชุด ชุดที่ ๑ คือฟันน้ำนมหรือ deciduous teeth และอีกชุดหนึ่งคือฟันถาวร permanent teeth

Deciduous teeth หรือฟันน้ำนมมี ๒๐ ซี่ ข้างบน ๑๐ และข้างล่าง ๑๐ ซี่ แต่ละข้างมีฟันตัด (incisors) ๔ ซี่ เขี้ยว (canine) ๒ ซี่ ฟันกราม ๔ ซี่ (molars) ฟันเหล่านี้จะเริ่มขึ้นเมื่ออายุ ๖ เดือน และจะขึ้นครบเมื่ออายุ ๒ ขวบ และทุก ๆ รายจะพบว่าฟันซี่ล่างจะขึ้นก่อนฟันซี่บนที่เหมือนกัน ซึ่งหมายความว่าซี่บนที่อยู่ตรงกันจะขึ้นตามทีหลัง

ฟันน้ำนม (Deciduous teeth)

	กราม	เขี้ยว	ฟันตัด	เขี้ยว	กราม
ฟันบน	๒	๑	๔	๑	๒
ฟันล่าง	๒	๑	๔	๑	๒

ตามธรรมดาฟันน้ำนมขึ้นตามอายุดังนี้

ฟันตัดข้างล่าง ๒ ซี่กลาง จะขึ้นในระหว่างอายุ ๖–๙ เดือน

ฟันตัดข้างบน ๒ ซี่กลาง จะขึ้นในระหว่างอายุ ๘–๑๐ เดือน

ฟันตัดซี่ข้าง ๆ และกรามซี่ที่ ๑ จะขึ้นเมื่ออายุ ๑๕ ถึง ๒๑ เดือน

เขี้ยว จะขึ้นเมื่ออายุ ๑๖–๒๐ เดือน

ฟันกรามที่ ๒ จะขึ้นเมื่ออายุ ๒๐–๒๔ เดือน

ฟันถาวร เมื่อฟันน้ำนมหมดไปฟันถาวรจะขึ้นแทนที่ ฟันชุดที่ ๒ นี้มี ๓๒ ซี่ ข้างบนและข้างล่าง ข้างละ ๑๖ ซี่ ฟันกรามซี่ที่ ๑ จะขึ้นระหว่างอายุ ๕–๗ ปี

ฟันถาวร (Permanent Teeth)

	กรามใหญ่	กรามเล็ก	เขี้ยว	ฟันตัด	เขี้ยว	กรามเล็ก	กรามใหญ่
ฟันบน	๓	๒	๑	๔	๑	๒	๓
ฟันล่าง	๓	๒	๑	๔	๑	๒	๓

ฟันถาวรมักจะขึ้นตามอายุดังนี้

ฟันกรามใหญ่ที่ ๑ จะขึ้นเมื่ออายุ ๖ ปี

ฟันตัดซี่กลาง ๒ ซี่ จะขึ้นเมื่ออายุ ๗ ปี

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ฟันตัดซี่ข้าง ๆ	จะขึ้นเมื่ออายุ	๘ ปี
ฟันกรามเด็กซี่ที่ ๑	จะขึ้นเมื่ออายุ	๙ ปี
ฟันกรามเด็กซี่ที่ ๒	จะขึ้นเมื่ออายุ	๑๐ ปี
เขี้ยว	จะขึ้นเมื่ออายุ	๑๑–๑๒ ปี
ฟันกรามใหญ่ซี่ที่ ๒	จะขึ้นเมื่ออายุ	๑๒–๑๓ ปี
ฟันกรามใหญ่ซี่ที่ ๓	จะขึ้นเมื่ออายุ	๑๗–๒๕ ปี

เราแบ่งชนิดของฟันตามรูปร่างและประโยชน์ของมัน เป็นฟันตัด เขี้ยว กรามเด็กหรือฟันบด และกรามใหญ่ ฟันตัด หรือ incisors มี ๘ ซี่ อยู่ข้างหน้าของปากข้างบน ๔ ซี่ และข้างล่าง ๔ ซี่ ปลายของมันตัดและคม ซึ่งมีไว้สำหรับกัดอาหาร เขี้ยวหรือ canine มี ๔ ซี่ บน ๒ และล่าง ๒ ซี่ ปลายของมันแหลมคมและยื่นยาวกว่าฟันตัด ใช้สำหรับกัดและฉีก ฟันกราม หรือ premolar ในฟันถาวร มี ๘ ซี่ (ฟันน้ำนมไม่มี) บน ๔ และล่าง ๔ ซี่ ขวาและซ้ายข้างละ ๒ ซี่ อยู่ถัดเขี้ยวเข้าไปข้างใน ปลายของมันใหญ่มักมีแอ่งเว้าเข้าไป ๒ แห่ง แต่รากมี ๑ อัน ซึ่งบางทีจะมีรอยผ่ากลางมากหรือน้อยต่างกันทำหน้าที่บดอาหาร กรามใหญ่หรือ molars มี ๑๒ ซี่ในฟันถาวร ในฟันน้ำนมมี ๘ ซี่ ปลายของมันใหญ่มาก ปลายไม่เรียบสำหรับบดอาหารได้ดี ฟันกรามใหญ่ที่อยู่ข้างบน มีราก ๓ อัน และข้างล่าง มี ๒ ราก ฟันกรามใหญ่ทั้ง ๑๒ ซี่ ไม่ได้ขึ้นแทนฟันน้ำนม แต่ขึ้นเพิ่มเมื่อขากรรไกรเจริญขึ้น กรามซี่สุดท้ายจะขึ้นเมื่ออายุ ๒๕ ปี บางทีเรียก wisdom teeth

ร่างกายจะต้องมีการเจริญตามธรรมดาก่อนที่ฟันจะขึ้น เด็กที่อยู่ในครรภ์ใน ๖ อาทิตย์ ฟันน้ำนมจะเริ่มเจริญ ส่วนฟันถาวรทั้งหมดนอกจากกรามซี่ที่ ๒ และ ๓ จะเริ่มเจริญในอาทิตย์ที่ ๑๖ ภายหลังคลอด ๓ เดือนกรามใหญ่อันที่ ๒ เริ่มเจริญ และอายุ ๓ ขวบ ฟันกรามใหญ่ซี่ที่ ๓ หรือ wisdom teeth จะเจริญเช่นกัน โรคกระดูกอ่อน จะทำให้ฟันขึ้นช้า และถ้าในตอนเด็ก ๆ เป็นโรคร้ายแรง จะทำให้ฟันถาวรเจริญไม่ตามธรรมดา แต่ละซี่จะเห็นว่าฟันไม่เรียบ อาจจะเว้า ๆ แหว่ง ๆ ยิ่งกว่านี้จะพบว่าฟันเป็นรู อาหารของมารดาในเวลามีครรภ์และเด็กในอายุ ๑ ขวบแรกสำคัญมาก ที่จะทำให้ฟันทนและแข็งแรง และฟันที่จะขึ้นต่อไปจะได้ขึ้นตามปกติ

หน้าที่ของฟันคือช่วยเคี้ยวอาหาร โดยเหตุนี้จะทำให้คิดว่าถ้าฟันต้องทำงานบ่อย ๆ จะทำให้ฟันเสียง่าย ทั้งนี้ถ้าหมายถึงคนแก่ ก็เป็นความจริง แต่ในเด็กการเคี้ยวอาหารที่แข็งหรือค่อนข้างแข็งจะทำให้ฟันแน่น การทำงานของเหงือกดีขึ้น และโลหิตไปเลี้ยงภายใน pulp ดีขึ้น

Pharynx หรือช่องคอประกอบด้วยกล้ามเนื้อและเยื่อ มีรูปคล้ายกรวย ปลายบนกว้าง และปลายล่างที่ติดกับ esophagus แคบ แบ่งตามยาวได้ ๓ ส่วนคือ ส่วนบนสุดเรียก nasopharynx อยู่ข้างหลังของช่องจมูกและข้างบนของ soft palate ตรงกลางเรียก oropharynx นับตั้งแต่ soft palate ถึงกระดูกโคนลิ้น (hyoid bone) และส่วนล่างสุดเรียก laryngopharynx นับจากกระดูกโคนลิ้นถึง esophagus Pharynx มีช่องเปิดติดต่อกับ จมูก หู ปาก และ larynx ทั้งหมดด้วยกัน ๗ ช่อง คือข้างบนและข้างหน้า ๒ ช่อง ติดต่อกับข้างหลังของช่องจมูก ที่เรียกว่า posterior nares และที่ผนังด้านข้างของ nasopharynx ๒ ช่อง ติดต่อกับช่องภายในหู (auditory tube) และอยู่ตรงกลางข้างหน้าอีก ๑ ช่อง เรียก fauces เปิดออกสู่ปาก ข้างใต้ ๒ ช่อง ช่องหนึ่งเรียก glottis เปิดติดต่อกับ larynx และอีกช่องหนึ่งเปิดติดต่อกับ esophagus

เยื่อบุภายใน pharynx ติดต่อกับเยื่อที่บุภายในช่องจมูก ปาก ช่องหู และ larynx เป็นเยื่อที่มีพวก mucous gland มาก ตรงกลางผนังด้านหลังของ nasopharynx มีต่อมน้ำเหลืองเรียก pharyngeal tonsil ถ้าต่อมนี้โตผิดปกติเรียก adenoid ในเด็กเล็ก ๆ โดยปกติต่อมน้ำเหลืองนี้โตมาก ยิ่งอายุมากขึ้นจะยิ่งเล็กลง ถ้ามันอักเสบหรือโตขึ้นจะปิดช่องหู

เส้นประสาทและเส้นโลหิตที่ไปสู่ pharynx เส้นประสาทมาจากพวก autonomic nervous system ทั้ง ๒ พวก คือพวก sensory และ motor ของ glossopharyngeal และ vagus nerve ส่วนเส้นโลหิตเป็นแขนงที่มาจาก external carotid artery

หน้าที่ของ pharynx เป็นทางผ่านของอากาศจากจมูกหรือปากไปยัง larynx และช่วยทำให้เสียงก้อง นอกจากนี้เป็นทางของอาหารจากปากไปสู่ esophagus เมื่อมีการกลืนอาหาร กล้ามเนื้อของ pharynx จะดึงขึ้นข้างบนทำให้ส่วนบนขยาย เพื่อรับอาหาร แล้ว

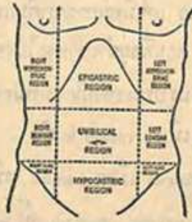
ก็หย่อนตัวทำให้ pharynx ถูกกดลง และเมื่อมีการหดตัวอีก จะทำให้อาหารเลื่อนลงข้างล่างเข้าสู่

Esophagus หรือหลอดอาหาร เป็นหลอดที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อยาวประมาณ ๒๓–๒๕ ซม. (๙–๑๐ นิ้ว) และกว้าง ๒๕–๓๐ มม. เป็นหลอดอาหารที่ต่อลงมาจากปลายล่างของ pharynx อยู่ข้างหลัง trachea ทอดผ่าน mediastinum ทางด้านหน้าของกระดูกสันหลัง ผ่านกระบังลมตอนระดับกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๑๐ ไปถึงปลายบนหรือ cardiac end ของกระเพาะอาหารซึ่งตรงกับ xuphoid process ของกระดูกหน้าอก

โครงสร้าง ผนังของ esophagus มี ๔ ชั้น (๑) ชั้นนอกสุดเป็น fibrous (๒) ถัดเข้าไปข้างในเป็นชั้นกล้ามเนื้อ (๓) submucous หรือ areolar (๔) ชั้นในสุดเป็น mucous coat

ชั้นกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็นชั้นเล็กๆ ๒ ชั้น ชั้นนอกสุด เซลล์ของมันเรียงกันอยู่ตามยาว ส่วนชั้นในจะเรียงกันอยู่ตามขวาง การหดตัวของกล้ามเนื้อเหล่านี้ทำให้เกิด peristalsis ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่เป็นคลื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้อาหารให้ลงไปสู่กระเพาะอาหาร ชั้นที่เป็น areolar ที่อยู่ติดกับชั้นกล้ามเนื้อและ mucous เป็นชั้นที่มีเส้นโลหิตใหญ่และเส้นน้ำเหลืองมาก ชั้นในสุดที่เป็น mucous membrane เซลล์ของมันจะเรียงตัวตามยาว ถ้าหลอดอาหารยืดตัวเต็มที่เมื่ออาหารผ่านไปชั้นนี้เกือบมองไม่เห็น ข้างในชั้นนี้จะมีพวกต่อมเล็ก ๆ อยู่เต็มทำให้พื้นที่ของมันย่น ต่อมที่ว่านี้เป็นพวกต่อมที่ช่วยขับ mucus หรือน้ำเมือกที่ทำให้ทางเดินของอาหารลื่น

เส้นประสาทและเส้นโลหิต เส้นประสาทมาจากพวก vagus nerve และ thoraco-lumbar nervous systrm เส้นประสาทเล็ก ๆ จะมารวมกันเป็นกลุ่มหรือ plexus อยู่ระหว่างชั้นของกล้ามเนื้อ และชั้น submucous coat เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยง esophagus มาจากเส้นโลหิตใหญ่หลายเส้น มีเส้นโลหิตแดงจาก inferior thyroid ซึ่งเป็นแขนงของ thyrocervical trunk ซึ่งมาจาก subclavian และนอกจากนี้มีแขนงที่มาจาก aorta จาก left gastric ที่เป็นแขนงของ celiac artery และ left inferior phrenic ที่ออกมาจาก abdominal aorta ส่วนโลหิตดำที่ไหลกลับจะไปทาง azygos vein, thyroid vein และ left gastric vein



(รูปที่ ๒๑๔)

(บริเวณหน้าท้องที่แบ่งออกเป็น ๙ ส่วน โดยการลากเส้นดังนี้คือ (๑) ลากเส้นตามขวางตรงระดับของจุดที่ต่ำที่สุดของ costal cartilage ชิ้นที่ ๑๐ (๒) ลากเส้นตามขวางอีกเส้นหนึ่ง ตรงระดับปุ่มบนของกระดูก ilium (๓) ลากเส้นตามยาวทั้ง ๒ ข้างจากกึ่งกลางของ Poupart's ligament ขึ้นข้างบนจะเห็นว่าเส้นทั้ง ๔ แบ่งหน้าท้องออกเป็น ๙ ส่วน)

หน้าที่ของ esophagus คือรับอาหารจาก pharynx ส่งไปยังกระเพาะอาหาร

กระเพาะ (stomach)

อยู่ภายในท้อง เป็นทางเดินของอาหารที่ต่อมาจาก esophagus ส่วนนี้จะขยายออกเป็นที่พักชั่วคราวของอาหาร ถ้ามองทางหน้าท้องมันวางอยู่ตามเฉียง ในบริเวณลิ้นปี่ (epigastric) สะดือ (umbilical) และ left hypocondriac region คือส่วนทางซ้ายบนสุด กระเพาะอาหารอยู่ใต้กระบังลม รูปร่างและตำแหน่งของมันจะเปลี่ยนแปลงแล้วแต่ตัวของมันเอง และอวัยวะที่อยู่ใกล้ ที่ว่าแล้วแต่ตัวมันเองคือ แล้วแต่จำนวนของอาหารที่บรรจุอยู่ข้างในและแล้วแต่ระยะของการย่อย นอกจากนี้แล้วแต่การเจริญและกำลังของกล้ามเนื้อที่เป็นผนังของมัน และแล้วแต่ภาวะของลำไส้ที่ติดต่อกับมันด้วย กระเพาะเองไม่เคยว่างถึงอย่างไรก็มีพวกน้ำย่อยและพวก mucin อยู่เสมอ เมื่อกระเพาะอาหารหดตัวรูปร่างของมัน

ที่มองจากข้างหน้าจะเหมือนรูปเคียว แต่เมื่อมีอาการเต็มและในระยะแรกที่มีการย่อยอาหาร กระเพาะจะแบ่งออกเป็น ๒ ตอน ตอนที่อยู่ข้างซ้ายจะโป่งออก และข้างขวาจะแบ่งออกเป็นท่อแคบ ๆ เมื่อกระเพาะมีอาหารเต็มรูปร่างของมัน จะเหมือนภาพที่แสดงไว้ในรูปที่ ๒๑๖ กระเพาะอาหารมีทางเปิด ๒ ช่อง และมี curvature ๒ อัน

ช่องเปิดที่ติดต่อกับ esophagus เรียก cardiac หรือ esophageal opening ช่องเปิดข้างล่างที่ติดต่อกับลำไส้เล็กเรียก pyloric opening ทั้ง ๒ ช่องมีกล้ามเนื้อที่คล้ายวงแหวน หรือเรียกว่าหูรูด ซึ่งเมื่อมันหดตัวจะปิดช่องเปิดของกระเพาะ โดยวิธีนี้อาหารจะถูกกันอยู่ในกระเพาะจนกว่าจะย่อยพอดีที่ลำไส้เล็กจะย่อยต่อไปได้ และกล้ามเนื้อหูรูดที่อยู่ที่ pyloric opening จะหย่อนตัวทำให้อาหารผ่านลงสู่ duodenum นักสรีรวิทยาของอเมริกันที่ Walter B. Connon อธิบายว่ากรด hydrochloric ที่อยู่ในกระเพาะจะทำให้กล้ามเนื้อที่ pyloric opening หย่อนตัว เปิดช่องให้อาหารผ่านออก แต่คำอธิบายนี้ยังเป็นปัญหาอยู่ทุกวันนี้

(รูปที่ ๒๑๕)

(กระเพาะและลำไส้มองจากข้างหน้าและตัดเอา great omentum ออกยกตับกลับขึ้นข้างบนและดันไปทางขวา เส้นจุด ๆ แสดงริมด้านหน้าของตับ) (Gerrish)

Curvature หรือส่วนโค้งของรูปร่างของกระเพาะอาหาร ถึงแม้กระเพาะจะอยู่ในท่าใดก็ตามจะมี curvature ของมันเอง เส้นที่ลากจาก cardiac opening ไปตามส่วนเว้าเข้าของกระเพาะถึง pyloric เรียกเป็น lesser curvature เส้นที่ลากจากจุดเดียวกันที่กล่าวแล้วไปตามริมของส่วนนูนของกระเพาะจะเป็น greater curvature

ส่วนต่าง ๆ ของกระเพาะอาหาร

กระเพาะอาหารแบ่งออกเป็นสามส่วนคือ ส่วนที่นูนขึ้นมาที่อยู่บนทางเปิดของ esophageal opening เรียก fundus ส่วนตรงข้ามหรือที่อยู่ที่ปลายล่างเรียก pylorus ตรงกลางระหว่าง fundus และ pylorus เรียก body

โครงสร้าง ผนังของกระเพาะมี ๔ ชั้นคือ serous, กล้ามเนื้อ submucous หรือ areolar และ mucous coat

(๑) ชั้นนอกสุด เป็น serous coat เป็นส่วนของ peritoneum ที่หุ้มอวัยวะต่าง ๆ ในช่องท้องตรงที่ lesser curvature ของกระเพาะมี lesser omentum เป็น serous ๒ ชั้นคลุมและจะผ่านเลยขึ้นไปคลุมตับ แต่ที่คลุม greater curvature มี ๒ ชั้นเหมือนกัน แต่ห้อยลงข้างล่างเรียก greater omentum

(๒) กล้ามเนื้อของกระเพาะอยู่ใต้ serous coat เป็นพวก smooth muscles มี ๓ ชั้น ชั้นนอกสุดเซลล์เรียงตัวตามยาว ชั้นกลางเรียงตามขวางและในสุดเรียงกันตามเฉียง โดยเฉพาะตอนที่อยู่ที่ cardiac end ของกระเพาะ การเรียงตัวของเซลล์นี้ก็เพื่อให้สะดวกแก่การทำงานของกล้ามเนื้อกระเพาะที่จะช่วยบีบและเคล้าอาหาร

(๓) Submucous coat ประกอบด้วย loose connective tissue อยู่ระหว่างชั้นกล้ามเนื้อและ mucous

(๔) Mucous coat เป็นชั้นที่อ่อนแต่หนา เนื่องจากมีต่อมเล็ก ๆ ฝังอยู่อย่างแน่นหนาใน areolar connective tissue ผนังด้านในสุดบุด้วย columnar epithelium และในตอนที่กระเพาะไม่เต็มเยื่อเหล่านี้จะเป็นรอยย่น ๆ หรือรอยพับเล็ก ๆ เรียก rugae และตาม rugae เหล่านี้มีท่อของน้ำย่อยที่ขับจากต่อมเหล่านั้นมาเปิด (ดูรูปที่ ๒๑๗)

Gastric glands หรือต่อมที่อยู่ที่เยื่อชั้นในสุดของกระเพาะอาหารมี ๓ พวก คือ cardiac glands, fundic gland, และ puloric gland

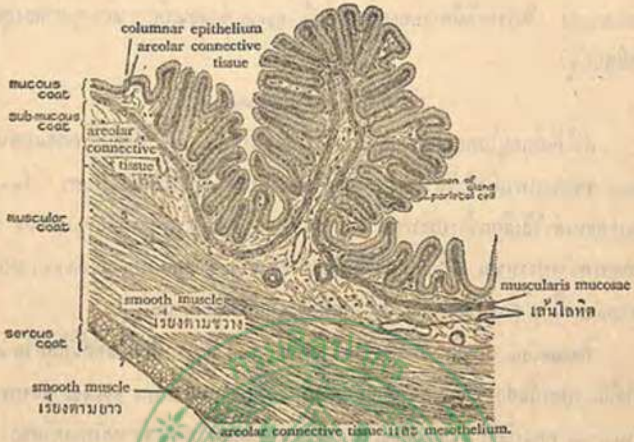
Cardiac gland อยู่ใกล้ ๆ cardiac opening มี ๒ ชนิด คือ simple tubular gland พวกนี้มีท่อสั้น ๆ และพวก compound tubular glands พวก fundic gland เป็น simple tubular ซึ่งพบในส่วน body และ fundus ของกระเพาะอาหาร ต่อมเหล่านี้ประกอบด้วย epithelial cells ๒ ชนิดคือ (๑) ชนิดที่ ๑ เป็นเซลล์ที่บุท่อของต่อม เซลล์พวกนี้เรียกว่า central cells จะขับพวก pepsinogen (๒) ชนิดนี้เรียก parietal cells อยู่ข้างหลังเซลล์พวกแรก ไม่อยู่ติดกับท่อของต่อม เซลล์พวกนี้ขับกรด hydrochloric และ pepsinogen ซึ่งเมื่อมันอยู่ในที่ ๆ มีฤทธิ์เป็นกรด มันจะถูกเปลี่ยนเป็น pepsin Pyloric glands เป็น compound tubular gland พบในบริเวณ pylorus ขับพวก mucin และ pepsinogen

เซลล์ของเยื่อที่บุกระเพาะอาหารบางอันขับพวกฮ่อร์โมน ที่เรียก gastrin ซึ่งส่งเข้าไปตามกระแสโลหิต ไปกระตุ้น fundic และ pyloic glands ให้สร้างน้ำย่อยของกระเพาะอาหารที่กล่าวมาแล้ว

(รูปที่ ๒๑๖)

(รูปกระเพาะอาหารที่อยู่ในระยะต่าง ๆ ของการย่อย (ก) เมื่อกระเพาะหดตัว (ข) ในระยะแรกของการย่อยอาหาร)

เส้นประสาทและเส้นโลหิตที่ไปสู่กระเพาะอาหาร เส้นประสาทเป็นแขนงที่มาจาก celiac plexus ของเส้นประสาทพวก thoracolumbar system ด้านหลังของกระเพาะมี right vagus nerve ส่วนทางด้านหน้าของกระเพาะเป็น left vagus nerve โดยเหตุนี้การกระตุ้นที่ vagus nerve จะทำให้น้ำย่อยออกมากและทำให้กล้ามเนื้อของกระเพาะเคลื่อนไหวมาก แต่



(รูปที่ ๒๑๗)

(ชั้นเล็กของผนังของกระเพาะอาหารที่ตัดตามขวาง ขยายตัวด้วยกล้องจุลทรรศน์ ให้เห็นชั้นต่าง ๆ มี rugi อันหนึ่งซึ่งเต็มไปด้วยต่อมของกระเพาะ มีท่อเล็ก ๆ ของต่อมมาเปิดติดต่อกับ parietal cells)

การกระตุ้นที่เส้นประสาทที่มาจาก thoracolumbar nerve ได้ผลตรงข้าม เช่นงดการขับน้ำย่อยและการเคลื่อนไหวของกระเพาะ เส้นโลหิตมาจากแขนงทั้ง ๓ ของ celiac artery เช่น left gastric, hepatic และ splenic และโลหิตไหลกลับทาง right gastroepiploic ซึ่งไปเปิดเข้าสู่ superior mesenteric, left gastroepiploic, และ gastric vein เส้นสั้น ๆ หลายเส้นไปเปิดเข้าสู่ splenic และ left gastric ทั้งหมดนี้รวมกันเป็น portal vein แต่ก็ยังมีโลหิตเป็นจำนวนน้อยที่กลับเข้า azygos vein แทนที่จะเข้าสู่ portal vein

หน้าที่ของกระเพาะ เป็นที่ย่อยอาหารหรือทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางรูปร่างของอาหาร และส่วนประสมทางเคมีคือทำให้มันเป็น chyme นอกจากนี้ขับน้ำย่อยออก

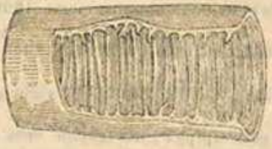
มาย่อยอาหาร   ในระยะที่มีการย่อยอาหารจะมี chyme จำนวนเล็ก ๆ น้อย ๆ ผ่านลงสู่ลำไส้ได้เหมือนกัน

ลำไส้เล็ก (small intestine)

ลำไส้เล็กอยู่ในตอนกลางและส่วนล่างของช่องท้อง   ตั้งต้นจากส่วนปลายของ pylorus ของกระเพาะถึงลำไส้ใหญ่   ลำไส้เล็กทั้งหมดยาวประมาณ ๗ เมตร (๒๓ ฟุต) ส่วนแรกของลำไส้เล็กกว้างประมาณ ๓.๗ ซม. (๑ ๑/๒ นิ้ว) และจะค่อย ๆ แคบลง ปลายล่างสุดจะกว้างประมาณ ๑ นิ้ว   ลำไส้เล็กแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ duodenum, jejunum และ ilium ทั้ง ๓ ส่วนนี้ติดต่อกัน และแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น

Duodenum ส่วนนี้ยาวประมาณ ๒๕ ซม. (๑๐ นิ้ว) เป็นส่วนที่สั้นที่สุดใน ๓ ส่วนที่แบ่งไว้ และเป็นส่วนที่กว้างกว่าส่วนอื่นด้วย   ตั้งต้นจากปลายของ pylorus ของกระเพาะถึง jejunum ตอนต้นของ duodenum จะผ่านขึ้นข้างบนและไปทางข้างหลังทางด้านขวา   อยู่ข้างใต้ตับและเลี้ยวโค้งลงข้างหน้าของไตข้างขวา   และเลี้ยวอีกทีหนึ่งไปทางซ้ายผ่านขนานไปข้างหน้าของกระดูกสันหลัง   ทางด้านซ้ายทอดขึ้นประมาณ ๒.๕ ซม. (๑ นิ้ว) และแล้วไปสุดที่ตรงข้ามกับกระดูกเอวอันที่ ๒ โดยไปต่อกับ jejunum

Jejunum ลำไส้ส่วนนี้มักเป็นส่วนของลำไส้ที่ว่าง   ทั้งนี้ทราบโดยภายหลังที่คนตายแล้วทุกรายลำไส้ส่วนนี้จะว่าง   มันยาวประมาณ ๒.๒ เมตร (๗ ๑/๒ ฟุต) ตั้งต้นจาก duodenum ถึง ileum

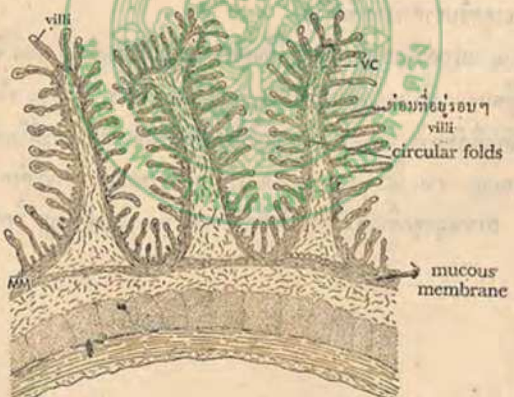


(รูปที่ ๒๑๘)

(ส่วนของลำไส้เล็กตัดให้เห็นรอยย่นข้างใน แต่ไม่ได้ขยายมากจึงมองไม่เห็น villi)

Ileum เป็นลำใส้เล็กที่บิดหรือขดไปมามากกว่าส่วนอื่น ความยาวของมันเป็นส่วนที่เหลือจากความยาวของ duodenum และ jejunum รวมกัน แล้วลบจากความยาวของลำใส้เล็กทั้งหมดตั้งต้นจาก jejunum ไปจนถึงลำใส้ใหญ่ มันไปต่อกับลำใส้ใหญ่เป็นมุมฉาก ตรงรอยต่อนั้นเป็นกล้ามเนื้อหูรูด ช่องเปิดที่มีกล้ามเนื้อหูรูดนี้เรียกว่า ileocecal orifice จะช่วยกันไม่ให้อาหารที่ผ่านไปสู่ลำใส้ใหญ่แล้วกลับคืนขึ้นมาหาลำใส้เล็กอีก รอยต่อของ ileum และ jejunum มีอยู่ตรงไหนแน่นอนลงไปนั้นบอกไม่ได้ จากการสังเกตภายนอกแต่ mucous membrane ที่บุอยู่ข้างในนั้นต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ผนังของลำใส้เล็กมี ๔ ชั้น ซึ่งมีลักษณะและการเรียงชั้นเหมือนกับผนังของกระเพาะ คือ (๑) ชั้นนอกสุดเป็น serous coat เป็นส่วนของเยื่อบุช่องท้องหรือ peritoneum ที่หุ้มลำใส้เล็กเกือบทั้งหมด นอกจากส่วนที่เป็น duodenum (๒) ถัดเข้าไปข้างในเป็นชั้นกล้ามเนื้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ ชั้น ชั้นนอกของมันบางและเซลล์เรียงตัวตามยาว ชั้นในหนาและ



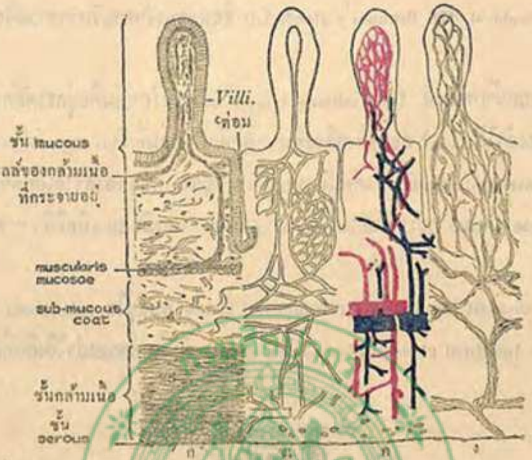
(รูปที่ ๒๑๘)

(รูปของลำใส้เล็กที่ตัดตามยาว ให้เห็นรอยพับย่นภายใน ๓ อัน ที่ถูกตัด ที่ผิวๆ ของมันมี villi ยื่นออกมาเป็นจำนวนมาก)

เซลล์เรียงตัวตามขวาง การเรียงตัวของมันมีประโยชน์ในการที่ให้ลำไส้บีบตัวเป็นคลื่น ๆ
(๓) submucous หรือ areolar connective tissue อยู่ระหว่างชั้นกล้ามเนื้อและ mucous
(๔) ชั้นในสุดเป็นพวก mucous เส้นนี้จะหนาและมีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก

รอยพับเล็ก ๆ หรือรอยย่นตามขวางของลำไส้เล็กเรียก circular folds เป็นชั้นของ mucous และ submucous ของลำไส้เล็กที่ยื่นออกมา จะเริ่มต้นมีตั้งแต่ส่วนที่ห่างจาก pylorus ของกระเพาะประมาณ ๓–๔ ซม. (๑–๒ นิ้ว) รอยย่นเหล่านี้บางอันยื่นออกมาติดต่อกันเป็นวงกลมภายในลำไส้เล็กเลย บางอันก็ยื่นออกมาเพียงเล็กน้อย รอยย่นภายในลำไส้เล็กไม่เหมือนกับ rugi ของกระเพาะอาหาร เพราะถึงแม้ว่าลำไส้เล็กจะยืดตัวเต็มที่อย่างไรก็ตาม มันจะไม่หายไป รอยย่นที่ว่านี้จะมีมากหรือน้อยไม่เท่ากัน ตรงกลางของ jejunum รอยพับของมันเล็กลง และเมื่อถึงส่วนล่างของ ileum เกือบมองไม่เห็น จุดประสงค์ของการที่มี circular folds นี้ก็เพื่อให้อาหารผ่านไปช้า ๆ และให้ผนังด้านในของลำไส้เล็กมีเนื้อที่มากขึ้นสำหรับซับน้ำย่อย และดูดซึมอาหารมากขึ้นด้วย

Villi หรือส่วนของเยื่อบุลำไส้ที่ยื่นออกมาคล้ายนิ้วมือเล็ก ๆ villi นี้จะมีอยู่ตลอดลำไส้เล็กทั้งหมด ซึ่งในมนุษย์มีประมาณ ๔,๐๐๐,๐๐๐ ถึง ๕,๐๐๐,๐๐๐ อัน แต่ละอันมีเส้นน้ำเหลืองที่เรียกว่า lacteals นอกจากนี้มีร่างแหของเส้นโลหิตฝอยที่ยึดกันอยู่โดยพวก lymphoid tissue Villi นี้มี columnar cells เรียงหุ้มอยู่โดยรอบ ภายหลังอาหารที่ถูกย่อยดีแล้ว อาจจะถูกดูดซึมเข้าทางเส้นโลหิตฝอยและ lacteals ของ villi นี้ตามแต่ชนิดของอาหาร



(รูปที่ ๒๒๐)

(ลำไส้เล็กที่ตัดตามขวาง ก. แสดงให้เห็นชั้นของผนังของลำไส้เล็ก และเนื้อเยื่อในชั้นนั้น ๆ ข. แสดงเส้นน้ำเหลืองต่าง ๆ และต่อมน้ำเหลือง ที่ไปสู่ลำไส้เล็กและท่อน้ำเหลืองใหญ่ ค. เส้นโลหิตแดงและเส้นโลหิตฝอย และเส้นโลหิตดำ ง. เส้นประสาทพวก submucous plexus ที่อยู่ใต้ชั้น submucosa และ plexuses บางอันที่อยู่ระหว่างชั้นของกล้ามเนื้อทั้ง ๒)

ต่อมที่ช่วยขับน้ำย่อยและต่อมน้ำเหลืองของลำไส้เล็ก ภายในลำไส้เล็กมีรอยพับย่น ๆ ของเยื่อบุลำไส้ และตามผิว ๆ ของเยื่ออ่อนนี้มี villi ยื่นออกมาเป็นจำนวนมาก และภายในเยื่อเหล่านี้เองมีต่อมต่าง ๆ ที่ช่วยขับน้ำย่อยและต่อมน้ำเหลือง ซึ่งแบ่งออกเป็นพวก และมีชื่อและที่อยู่ต่างกันดังนี้คือ

ต่อมของลำไส้เล็กหรือ intestinal glands หรือ crypt of Lieber Kuehn (เอาชื่อมาจากนักกายวิภาคชาวเยอรมัน ปี ๑๗๑๑–๑๗๕๖)

Duodenal หรือ Brunner's glands (เอาชื่อมาจากนักกายวิภาคชาวสวิส ปี ๑๖๕๓–๑๗๒๗)

ต่อมน้ำเหลืองมี (๑) solitary lymph node หรือต่อมที่อยู่กระจัดกระจายไปในเยื่ออ่อนของลำไส้ (๒) ต่อมน้ำเหลืองที่มารวมกันเป็นกลุ่มที่เรียก Peyer's patch

Intestinal glands เป็นต่อมที่พบอยู่ทั่ว ๆ ไปของเยื่อบุของลำไส้เล็กต่อมเหล่านี้เป็นพวก simple tubular และบุด้วย columnar epithelial และมีท่อมาเปิดที่ผิว ๆ ของ circular folds

Duodenal glands เป็นพวก compound glands พบอยู่ใน submucous tissue ของ duodenum Intestinal glands และ duodenal glands ขับน้ำย่อยของลำไส้เล็กที่เรียก succus entericus

(รูปที่ ๒๒๑)

(*เยื่อบุภายใน* ileum *แสดงให้เห็น* villi *และช่องเปิดของ* intestinal glands)

(๓) ต่อมน้ำเหลืองที่ติดต่อกับเส้นน้ำเหลืองที่ผนังของลำไส้เล็กเป็นพวกต่อมเล็กๆ กลม ๆ เท่าหัวเข็มหมุด ต่อมพวกนี้เรียก solitary lymph node ซึ่งมีอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณส่วนล่างของ ileum ภายในต่อมมี lymphoid tissue และพวกเม็ดโลหิตขาว (leucocytes ภายในต่อมน้ำเหลืองนี้มีเส้นโลหิตแดงเล็ก ๆ อาจจะมีจำนวนหนึ่งหรือหลายเส้นที่นำอาหารไปเลี้ยงต่อม เส้นโลหิตเหล่านี้ไปประสานกันเป็นร่างแห จากร่างแหและเส้นโลหิตแดงนี้มีเส้นโลหิตดำจำนวนเท่ากันนำโลหิตดำออกจากต่อม และนอกจากนี้รอบ ๆ ต่อมน้ำเหลืองจะมีทางเดินของน้ำเหลือง ที่ไปติดต่อกับเส้นน้ำเหลือง

(๒) Aggregated lymph node หรือต่อมน้ำเหลืองที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ต่อมน้ำเหลืองพวกนี้มักมีรูปกลมหรือรูปไข่ มีประมาณ ๑๐–๓๐ ต่อม อยู่รวมกันยาวประมาณ ๒.๕ ถึง ๑๐ ซม. (๑–๔ นิ้ว) กลุ่มของมันใหญ่ และมีจำนวนมากใน ileum แต่ในส่วนล่างของ jejunum ต่อมของมันเล็กและมีจำนวนน้อย ส่วนใน duodenum นั้นนาน ๆ จะพบ เพราะมีอยู่เป็นจำนวนน้อยมาก ที่ ๆ Peyer's patch นี้มักเป็นที่ ๆ เกิดการอักเสบเฉพาะแห่ง หรือเป็นแผลได้เช่นในโรคไข้ไทฟอยด์ หรือลำไส้อักเสบโดยเฉพาะวรรณโรคของลำไส้

ในรูปที่ ๒๑๗ อธิบายชั้นต่าง ๆ ของลำไส้เล็ก และเนื้อเยื่อที่ประกอบเป็นชั้นนั้น ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโลหิต เส้นน้ำเหลืองและเส้นประสาท

เส้นประสาทและเส้นโลหิตของลำไส้เล็ก เส้นประสาทมีพวก sensory และ motor fibers ของ vagus nerve นอกจากนี้มี thoracolumbar nerve fiber ที่มาจาก plexus ที่อยู่รอบ ๆ superior mesenteric artery เส้นประสาทเหล่านี้จะไปสู่ myenteric plexus และ ganglia ที่อยู่ระหว่างชั้นทั้ง ๒ ของกล้ามเนื้อ ซึ่งให้แขนงเข้าไปในชั้นกล้ามเนื้อ และจากแขนงเหล่านี้ไปประสานกันเป็น plexus ขึ้น พวกที่อยู่ในชั้น submucous จึงเรียกว่า submucous plexuses พวกนี้ให้แขนงไปเลี้ยงเยื่ออื่นที่บุลำไส้ (ดูรูป ๒๓๔ ในบทต่อไป) เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงลำไส้เล็กเป็นแขนงของ superior mesenteric เส้นนี้ให้แขนงเล็ก ๆ ทอดไประหว่างชั้น serous และกล้ามเนื้อไปต่อกัน ส่วนโลหิตที่ไหลกลับโดย superior mesenteric vein ไปเปิดเข้าสู่ splenic เพื่อเป็น portal vein

(รูปที่ ๒๒๒)

(Peyer's patch ที่อยู่ที่ผนังของ ileum) (Toldt)

หน้าที่ของลำไส้เล็ก ภายในลำไส้เล็กมีการย่อยอาหารมากที่สุด และที่นี่มีการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่เส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลือง นอกจากนี้ยังเป็นที่รับน้ำดี (bile) และน้ำย่อยจากตับอ่อน (pancreatic juice) ต่อมของลำไส้เล็กขับน้ำย่อยที่เรียกว่า succus entericus และ circular folds ของมันทำให้อาหารผ่านช้า เพราะฉะนั้นน้ำย่อยภายในลำไส้เล็กจึงมีโอกาสย่อยได้เต็มที่ ภายในมี villi ที่ทำให้เนื้อที่ของการดูดซึมมีมากขึ้น เซลล์ของเยื่อบุบางอันโดยเฉพาะใน duodenum ช่วยขับ prosecretin เมื่ออาหารที่ย่อยจากกระเพาะจนเหลวหรือที่เรียกว่า chyme ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดผ่านไปถึง prosecretin จะเปลี่ยนเป็น secretin ผ่านเข้าไปในเส้นโลหิต โลหิตพาไปยังตับ ตับอ่อนและส่วนต่าง ๆ ของลำไส้ ไปกระตุ้นให้ต่อมที่มีอยู่ในอวัยวะนั้น ๆ ขับน้ำย่อยมาย่อยอาหาร หรือกระตุ้นให้มันทำงาน

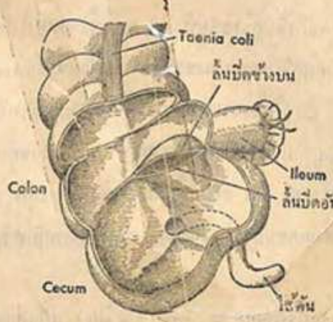
ลำไส้ใหญ่ (Large intestine)

เป็นส่วนของลำไส้ที่ใหญ่กว่าและหนากว่าลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ยาวประมาณ ๑.๕ เมตร (๕ ฟุต) ที่ cecum หรือตอนต้นของมันจะกว้างประมาณ ๖.๓ ซม. (๒ ๑/๒ นิ้ว) ตั้งต้นจาก ileum ถึง anus แบ่งออกเป็น ๕ ส่วนคือ

(๑) Cecum เป็นส่วนต้นของลำไส้ใหญ่ที่เปิดติดต่อกับลำไส้เล็ก ที่ผนังด้านข้างที่ห่างจากปลายสุดประมาณ ๖ ซม. (๒ ๑/๒ นิ้ว) เป็นที่ ๆ ลำไส้เล็กมาเปิดติดต่อกับลำไส้ใหญ่ และที่ช่องเปิดของ ileum ที่เข้าไปในลำไส้ใหญ่นี้มี mucous membrane ยื่นออกมา ๒ อัน คล้าย ๆ ลิ้นสำหรับปิดเปิด เรียก ileocecal valve ที่ทำให้อาหารผ่านเข้าไปในลำไส้ใหญ่แล้วไม่ไหลกลับคืนอีก ตอนปลายสุดของ cecum ตันและเป็นถุงลงไป

(๒) Vermiform appendix เป็นลำไส้เล็กเป็นท่อแคบ ๆ ติดอยู่ที่ปลายของ cecum ความยาว ความกว้างและปลายของมันจะชี้ไปทางไหนนั้นแตกต่างกันแล้วแต่บุคคล แต่ความยาวเฉลี่ยประมาณ ๗.๕ ซม. (๓ นิ้ว)

หน้าที่ของ appendix หรือไส้ติ่งยังไม่รู้แน่ แต่มันเจริญเต็มที่ในคนหนุ่มสาวการอักเสบของมันเรียกว่า appendicitis สาเหตุของการอักเสบเนื่องจากว่า ลักษณะของมันเป็นท่อที่มีปลายตันข้างหนึ่ง เมื่อมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งไปอุดแล้วออกยาก นอกจากนี้โลหิตที่ไปเลี้ยงก็มีน้อย เพราะเส้นโลหิตไปสู่น้อย ทำให้การไหลเวียนของโลหิตไม่ค่อยดี



(รูปที่ ๒๒๓)

(ตัดด้านหน้าของ cecum *ออกให้เห็นช่องที่อยู่ภายในมี* valve *ของลำไส้ใหญ่และช่องเปิดของไส้ติ่ง และแผ่นกล้ามเนื้อเล็ก ๆ ยาว ๆ ที่เรียก* taenia coli *พาดอยู่ข้างนอก)*

(รูปที่ ๒๒๔)

(anal canal *ผ่าตามยาวแสดงให้เห็น* column, anal sinus *และกล้ามเนื้อหูรูด)*

(๓) Colon เป็นส่วนใหญ่ของลำไส้ใหญ่ทั้งหมด แบ่งออกเป็น ๔ ส่วนคือ ascending colon, transverse colon, descending colon และ sigmoid colon Ascending ทอดขึ้น

ข้างบนด้านขวาของช่องท้องจนถึงพื้นล่างของตับ แล้วเลี้ยวกลับไปทางซ้ายส่วนโค้งตอนนี้เรียก hepatic flexure แล้วทอดไปตามขวางของท้อง ส่วนนี้เป็น transverse colon จนถึงทางซ้ายแล้วโค้งลงข้างล่าง ส่วนโค้งของมันตอนนี้อยู่ใต้ปลายล่างของม้าม เพราะฉะนั้นจึงเรียกตอนนี้ว่า splenic flexure แล้วจะทอดลงข้างล่าง ส่วนที่มันทอดลงข้างล่างเรียก descending colon จนถึงบริเวณ left iliac ถึงระดับสันของกระดูก ilium แล้วมันจะมีรูปคล้ายตัว เอส (s) ซึ่งเราเรียกตอนนี้ว่า sigmoid colon ไปต่อกับส่วนทวารหนัก (rectum) (ดูรูปที่ ๒๓๕)

(๕) Rectum ยาวประมาณ ๑๒ ซม. (๕ นิ้ว) เป็นส่วนที่ต่อมาจาก sigmoid colon ปลายล่างของมันเป็น anal canal ซึ่งเป็นทางออกของอุจจาระ ตอนที่มันตั้งต้นจะอยู่ตรงกับระดับของกระดูกก้น อันที่ ๓ แล้วทอดลงข้างล่างชี้ไปทางข้างหน้า ตามส่วนโค้งของกระดูกก้นและกระดูกก้นกบ แล้วย้อนกลับไปทางข้างหลัง เข้าไปใน anal canal ในเด็ก ๆ ทวารหนักจะทอดลงมาตรงกว่าผู้ใหญ่

Anal canal เป็นปลายสุดของลำไส้ใหญ่ยาวประมาณ ๒.๕–๓.๘ ซม. (๑–๑ ๑/๒ นิ้ว) ช่องเปิดที่ติดต่อภายนอกเรียก anus มีกล้ามเนื้อหูรูด ๒ ชั้น คือชั้นในและชั้นนอก ช่องนี้จะปิดอยู่ตลอดเวลา นอกจากเวลาที่จะถ่ายอุจจาระ

ริดสีดวงทวารหรือที่เรียกว่า pile หรือ hemorrhoid เป็นอาการที่เส้นโลหิตดำของ anal canal พองออก ถ้าเส้นโลหิตดำที่อยู่ภายนอกของ anal canal พองออกก็เรียกว่าริดสีดวงภายนอก แต่อาจจะเกิดขึ้นกับเส้นโลหิตดำที่อยู่ภายใน anal canal ก็ได้

ผนังของลำไส้ใหญ่ตามธรรมดามี ๔ ชั้น นอกจากบางส่วนไม่มี serous หุ้ม เช่น anal canal ชั้นกลางของกล้ามเนื้อมี ๒ ชั้น คือชั้นนอกเซลล์เรียงตัวตามยาว ชั้นในเซลล์เรียงตัวตามขวาง ชั้นที่เรียงกันตามยาวในบางส่วนของลำไส้ใหญ่จะหนากว่าส่วนอื่น ส่วนที่มันหนากว่าแห่งอื่นนี้มี ๓ แห่งคือ มันเป็นเส้นแบนยาว ๆ เล็ก ๆ ที่เรียก taenia coli ตั้งต้นแต่ cecum ถึงตอนต้นของทวารหนัก จากนั้นมันกระจายออกไปรวมกับชั้นนอกของชั้นกล้ามเนื้อเส้นยาว ๆ เล็ก ๆ ของกล้ามเนื้อนี้กว้างประมาณ ๕–๗ มม. ผนังของลำไส้ใหญ่ไม่เรียบคือโป่งและคอดเป็นแห่ง ๆ ถัดจากชั้นกล้ามเนื้อเข้าไปเป็น submucous ชั้นในสุดเป็น mucous

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติ รัชมังคลาภิเษก พระเกียรติ

ชั้นนี้ไม่มี villi และไม่มี circular folds แต่ยังมี intestinal glands และ solitary lymph node ซึ่งมีลักษณะคล้ายของลำไส้เล็ก

เส้นประสาทและเส้นโลหิตของลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่ได้แขนงของเส้นประสาทมาจาก autonomic system ทั้ง ๒ พวก ซึ่งเป็นแขนงของ mesenteric และ hypogastric plexuses ให้แขนงแจกจ่ายไปเหมือนกับพวกที่พบในลำไส้เล็ก เส้นโลหิตแดงส่วนใหญ่มาจาก superior และ inferior mesenteric artery แขนงของ superior mesenteric artery ไปเลี้ยง cecum, ไส้ติ่ง, ascending colon และ transverse colon แขนงของ inferior mesenteric artery ไปเลี้ยง descending colon และทวารหนัก นอกจากนี้ทวารหนักเองรับแขนงจาก hypogastric artery ส่วนโลหิตดำจากลำไส้ใหญ่ไหลกลับทาง superior และ inferior mesenteric vein โลหิตดำจากทวารหนักไหลกลับทาง superior rectal ที่เปิดเข้าสู่ left colic vein และ middle และ inferior rectal ไปเปิดเข้าสู่ internal iliac vein

หน้าที่ของลำไส้ใหญ่ การย่อยอาหารจะดำเนินต่อไปโดยน้ำย่อยที่ติดมาจากลำไส้เล็ก ดังนั้นการดูดซึมของอาหารจะดำเนินต่อไปบ้างเล็กน้อย นอกจากนี้ลำไส้ใหญ่เป็นทางผ่านกากอาหาร

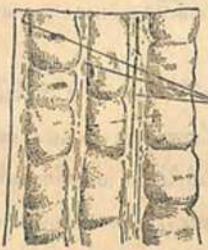
อวัยวะที่ช่วยในการย่อยอาหาร

อวัยวะที่ช่วยในการย่อยอาหารมี (๑) ลิ้น (๒) ฟัน (๓) ต่อมน้ำลาย (๔) ตับอ่อน (๕) ตับ (๖) ถุงน้ำดี ๓ อวัยวะแรกได้อธิบายมาแล้วในตอนต้น

ตับอ่อน (Pancreas)

เป็นอวัยวะที่เป็นต่อม มีลักษณะนิ่ม สีแดงหรือสีเหลืองปนเทา อยู่ข้างหน้าของกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๑ และ ๒ แต่อยู่ข้างหลังของกระเพาะ มีรูปร่างคล้ายช้อน แบ่งออกเป็น ๓ ตอน ตอนหัวเรียก head ตอนกลางเรียก body และตอนปลายเรียก tail ตอนหัวของมันอยู่ทางขวาเป็นส่วนใหญ่ เกาะอยู่แน่นระหว่างกลางส่วนโค้งของ duodenum ปลายทางซ้ายจะไปถึงม้าม น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ ๖๐–๙๐ กรัม (๒–๓ ออนซ์) ยาวประมาณ ๑๒.๕ ซม. (๕ นิ้ว) กว้าง ๕ ซม. (๒ นิ้ว)

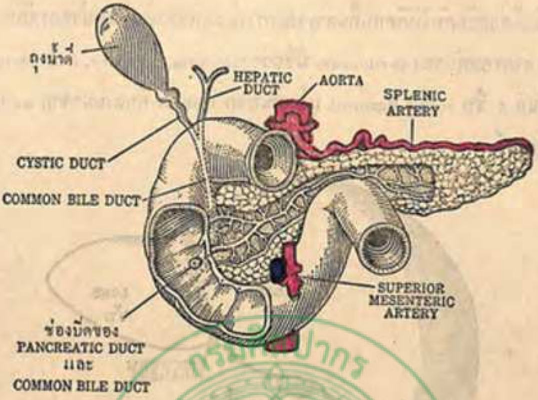
หอสมุดแห่งชาติ กรมศิลปากร



(รูปที่ ๒๒๕)
(ชั้นกล้ามเนื้อของลำไส้ใหญ่ที่ผ่าให้เห็นเซลล์ของกล้ามเนื้อที่เรียงตามยาว)

โครงสร้างของตับอ่อน ประกอบด้วยส่วนเล็ก ๆ ที่เรียกว่า lobules และแต่ละ lobules มี areolar tissue มายึดให้มารวมกันเป็นชิ้นใหญ่เรียกว่า lobe โดยเหตุนี้ตับจึงแบ่งออกเป็นชิ้นใหญ่ ๆ แต่ละ lobule จะมีท่อของน้ำย่อยตับอ่อนที่ไปเปิดเข้าสู่ท่อใหญ่ที่เรียก pancreatic duct ท่อนี้กว้างประมาณ ๓ มม. ทอดตามขวางของตับอ่อน ตามธรรมดา pancreatic duct จะไปรวมกับ common bile duct แล้วไปเปิดเข้าสู่ duodenum ที่อยู่ใต้ pylorus ลงมา ๗.๕ ซม. (๓ นิ้ว) มีบางรายที่ pancreatic duct และ common bile duct ไม่มารวมกัน คือ ต่างคนต่างก็ไปเปิดเข้าสู่ duodenum เอง

Islets of Langerhans ระหว่างเซลล์ของตับอ่อน จะมีเซลล์ชนิดหนึ่งรวมกันอยู่เป็นกลุ่มเล็ก ๆ เรียก islets of Langerhans (ได้ชื่อมาจากนักกายวิภาคชาวเยอรมัน ปี ๑๘๔๗–๑๘๘๘) รอบ ๆ กลุ่มเซลล์นี้จะเต็มไปด้วยร่างแหของพวกเส้นโลหิตฝอย เซลล์พวกนี้ให้ insulin



(รูปที่ ๒๒๖)

(*ท่อของตับอ่อน ตัดส่วนข้างหน้าของ* buodenum *ออก*) (Gerrish)

กรมศิลปากร

ฉะนั้นหน้าที่ของตับอ่อน จึงให้ secretion ๒ อย่างคือ (๑) น้ำย่อยของตับอ่อนนี้เป็น external secretion หรือสารที่ขับออกมานั้นเข้าไปตามท่อ ที่มีไว้แต่ไม่เข้าไปในกระแสโลหิต เมื่อเวลาที่มีการย่อย น้ำย่อยนี้จะไปเปิดเข้าสู่ duodenum (๒) ช่วยขับ insulin นี้เป็น internal secretion คือสารที่ขับออกมานั้นเข้าไปในกระแสโลหิต ไม่มีท่อที่จะผ่านไป เมื่อสารนี้เข้าไปตามกระแสโลหิตแล้วจะไปตาม tissues ช่วยควบคุมการใช้น้ำตาลในร่างกาย

ตับ (liver หรือ hepar) เป็นต่อมที่ใหญ่ที่สุดในร่างกายคือมีน้ำหนักอยู่ในระหว่าง ๑๒–๑.๖ กิโลกรัม (๔๒–๕๖ ออนซ์) อยู่ในบริเวณ right hypochondriac และ epigastric อาจจะยื่นเลยไปถึงบริเวณ left hypochondriac ข้างบนนูนเพื่อวางทาบพอดีกับพื้นล่างของกระบังลม ข้างใต้จะเว้าเข้าเพื่อไปวางอยู่พอดีบนไตขวาและส่วนบนของ ascending colon และ pyloric end ของกระเพาะ

เอ็นที่ช่วยยึดตับให้ติดกับพื้นล่างของกระบังลมและผนังด้านหน้าของท้อง มี ๕ เส้น ๔ เส้นจะมาจากรอยพับของ peritoneum มีชื่อว่า falciform, coronary, และ lateral ligament ๒ เส้น เส้นที่ ๕ ชื่อ round ligament เป็นเอ็นพวก fibrous ที่กลายมาจาก umbilical vein ของเด็กในครรภ์

(รูปที่ ๒๒๗)

(รูปตับมองจากข้างหน้า วัดจากด้านข้างทั้ง ๒ จะยาว ๒๐–๒๒.๕ ซม. (๘–๙ นิ้ว) วัดจากข้างหน้าไปข้างหลัง ๑๐–๑๒.๕ ซม. (๔–๕ นิ้ว) และวัดจากข้างบนมาข้างล่าง ๑๕–๑๗.๕ ซม.) (๖–๗ นิ้ว) (Gerrish)

ตับแบ่งออกเป็น ๔ ซีก หรือ ๔ lobes แต่ละซีกมีร่องขั้นกลางที่เรียกว่า fissure หรือ fossae ร่องที่สำคัญเป็น left sagittal ที่เป็นทางผ่านของ portal vein, hepatic artery, เส้นประสาท hepatic duct และเส้นน้ำเหลืองและแอ่งใหญ่ที่เป็นที่อยู่ของถุงน้ำดี และร่องที่เป็นทางผ่านของ inferior vena cava

ตับแบ่งออกเป็นซีกใหญ่ ๆ ๔ ซีก คือ

(๑) ซีกที่อยู่ทางขวา (ใหญ่ที่สุด)

(๒) ซีกที่อยู่ทางซ้าย (เล็กที่สุดและมีรูปคล้ายปีก)

(๓) มีซีกหนึ่งมีรูปสี่เหลี่ยม

(๔) อีกซีกหนึ่งอยู่ทางหาง

เส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลือง ท่อสำหรับน้ำย่อยและอื่น ๆ มี ๕ พวก

(๑) แขนงของ Portal tube

(๒) ท่อน้ำดี (bile duct)

(๓) แขนงของ Hepatic artery

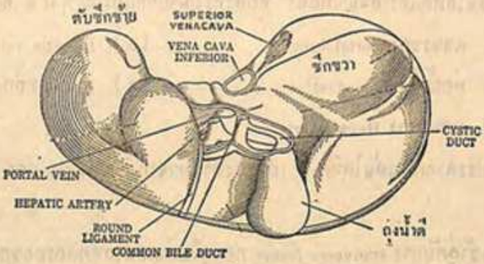
(๔) Hepatic vein

(๕) เส้นน้ำเหลือง

เส้นประสาทและเส้นโลหิต เส้นประสาทมาจาก left vagus และ thoracolumbar system,

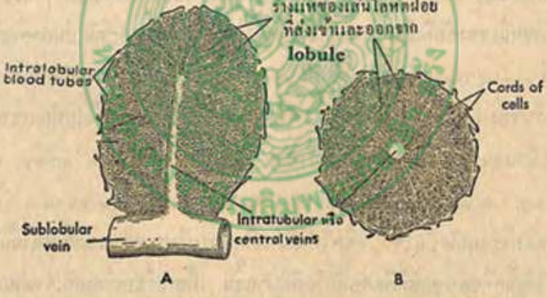
โดยเข้าสู่ตับทาง tranverse fossae ทอดคู่ไปกับเส้นโลหิตและท่อของตับ ไปยังร่องของ lobes อื่น ๆ จากนั้นให้แขนงไปยังผนังของเส้นโลหิตแล้วแยกออกเป็นเส้นฝอยเล็ก ๆ ไประหว่างและภายในเซลล์ ส่วนเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงตับเป็นพวก hepatic artery และ vein นอกจากนี้มี portal tube

Histology ของตับ กล่าวมาแล้วว่าตับประกอบด้วยส่วนเล็ก ๆ ที่เรียกว่า lobule ซึ่งเป็นหน่วยหนึ่งของตับที่เรียกว่า hepatic cells เซลล์เหล่านี้มาต่อกันเป็นสายโซ่เล็ก ๆ และแต่ละอันมี areolar tissue ยึดไว้ (ดูรูปที่ ๒๒๙) เซลล์ของตับที่ต่อ ๆ กันเป็นสายโซ่นั้น จะตั้งต้นจากริมของ lobule ไปตรงกลาง แต่ละ lobules หนึ่งก็มีทั้งเส้นโลหิตและเส้นประสาท เส้นโลหิตเป็นแขนงของเส้นโลหิตฝอยที่มาจาก portal tube, hepatic artery, nerve และ hepatic duct, lobules หนึ่ง ๆ จะมีเนื้อที่ประมาณ ๑–๒.๕ มม. (๑/๒๐–๑/๑๐ นิ้ว) การที่เซลล์ของตับมารวมกันเป็นโซ่ เพื่อให้เส้นโลหิตแทรกไประหว่างเซลล์เหล่านั้นได้ทั่วถึงกัน ทั้งนี้จะทำให้เนื้อที่ของเซลล์ที่ติดต่อกับโลหิตมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเซลล์ การทำงานของตับก็อาศัยการจัดระเบียบของเซลล์ของตับนี้ (๑) เพื่อให้เส้นโลหิตได้ติดต่อกับเซลล์พวก secretory cells อย่างใกล้ชิด (๒) เซลล์จะสามารถสร้าง secretion ได้ (๓) ให้มีท่อที่จะนำ secretion ออกได้



(รูปที่ ๒๒๘)

(รูปตับที่มองจากพื้นล่าง)



(รูปที่ ๒๒๙)

แสดง lobules *ของตับ* A. *เป็นรูปตัดตามยาว* B. *เป็นรูปตัดตามขวาง*

Intertubular vessles *นำโลหิตเข้า แขนงของ* hepatic artery

แขนงของ portal tube

Intertubular vessles *นำโลหิตออก เพื่อจะไปเปิดเข้าสู่* hepatic vein

Portal tube เป็นเส้นโลหิตใหญ่ที่นำโลหิตจากกระเพาะ ม้าม ตับอ่อนและลำไส้ไปยังตับ ภายหลังที่เข้าสู่ตับแล้วแยกแขนงออกไปเป็นจำนวนมากไปประสานกันเป็น plexus อยู่ระหว่าง lobules ทั้งหลายของตับที่เรียก intertubular plexus จาก plexus นี้จะมีเส้นโลหิตเล็ก ๆ นำโลหิตเข้าไปในใจกลางของ lobules ผนังของเส้นโลหิตเหล่านี้จะมีช่องเปิด ที่จะให้โลหิตได้มีทางติดต่อกับเซลล์แต่ละตัวโดยตรง ทางเดินของโลหิตนี้เรียกว่า sinusoids เมื่อไปถึงใจกลางของ lobules แล้วจะเทโลหิตเข้าสู่ Intertubular vein และพวกนี้หลาย ๆ เส้น จะไปเปิดเข้าสู่เส้นโลหิตดำใหญ่ที่ชื่อ hepatic vein ที่มี ๓ เส้นมารวมกันไปเปิดเข้าสู่ inferior vena cava ที่ฝังอยู่ข้างหลังของตับ

Hepatic artery โลหิตที่เข้าสู่ตับทาง portal tube เป็นโลหิตดำ ส่วนโลหิตแดงที่ไปเลี้ยงตับจะเข้าทาง hepatic artery เมื่อมันไปถึงตับจะแยกออกเป็นแขนงเล็กลงเรื่อย ๆ เช่นเดียวกับการแยกแขนงของ portal tube จึงทำให้เกิดมีร่างแหของเส้นโลหิตฝอยอีกพวกหนึ่งอยู่ในระหว่าง lobules และอยู่ระหว่างเซลล์ใน lobules นั้น ๆ โลหิตที่ออกจากเส้นโลหิตฝอยของ portal tube และ hepatic artery เทโลหิตเข้าสู่ intertubular vein ที่อยู่ใกล้กับใจกลางของ lobule แต่ละอันซึ่งมารวมกันเป็น hepatic vein ที่ช่วยนำโลหิตดำเข้าสู่ inferior vena cava

เส้นน้ำเหลืองของตับมี ๒ พวก คือ พวกที่อยู่ตื้นและพวกที่อยู่ลึก มันตั้งต้นที่ข้างใน lobules แล้วไปประสานกันเป็นร่างแหอยู่รอบ ๆ lobules และทอดผ่านจากใจกลางออกสู่ภายนอก

ท่อน้ำดี (Bile duct) ผนังของเซลล์ของตับที่เรียกว่า hepatic cell นั้นเป็นร่อง และเมื่อเซลล์ต่อเซลล์มาเรียงกัน ผนังของมันจะเป็นร่องทำให้เป็นทางผ่านของน้ำดีที่ขับออกจากเซลล์นั้น ๆ ทางผ่านของน้ำดีนี้ประสานกันเป็นร่างแหอยู่ระหว่างและรอบ ๆ เซลล์คล้ายกับร่างแหของเส้นโลหิต และทอดจากตรงกลางออกไปข้างนอกของ lobules ปล่อยน้ำดีให้เข้าสู่ท่อน้ำดีเล็ก ๆ ที่อยู่ระหว่าง lobules หนึ่ง ๆ ที่ชื่อว่า interlobular bile duct และท่อน้ำดีเล็ก ๆ เหล่านี้มารวมกันเป็นท่อใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งเป็นท่อใหญ่ที่สุดมีข้างขวา ๑ ท่อ และข้างซ้าย ๑ ท่อ ทั้ง ๒ ท่อมารวมกันเป็น hepatic duct

Hepatic duct ผ่านลงข้างล่างยาวประมาณ ๕ ซม. (๒ นิ้ว) ท่อนี้ไปทางขวา ไปต่อกับท่อที่มาจากถุงน้ำดีที่เรียก cystic duct เมื่อ hepatic duct และ cystic duct มารวมกันจะเป็น common bile duct ผ่านลงข้างล่างประมาณ ๗.๕ ซม. (๓ นิ้ว) จะเปิดเข้าสู่ duodenum ที่อยู่ต่ำกว่า pylorus ๗.๕ ซม. ช่องนี้ตามธรรมดาเป็นช่องเปิดสำหรับ common bile duct และ pancreatic duct ที่ช่องเปิดนี้จะมีกล้ามเนื้อหูรูดบีดอยู่ จะเปิดก็แต่เวลาที่ย่อยอาหารเท่านั้น

ตับ มีเยื่อหุ้มข้างนอกเป็นพวก fibrous tissue เยื่อนี้เมื่อหุ้มถึง transverse fossa จะหลบเข้าไปข้างใน ไปคลุมเส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลืองและท่อของตับที่ผ่านเข้าสู่ตับ แต่ก็มีส่วนน้อยที่มี peritoneum คลุม

หน้าที่ของตับ ตับมีหน้าที่หลายอย่าง คือสร้างน้ำดี เปลี่ยน glucose ที่ได้อาหารพวกแป้ง เป็น glycogen เก็บไว้ในเซลล์ของตับ ถ้าอาหารที่รับประทานเข้าไปให้ glucose ไม่พอและร่างกายต้องการ glucose มาก enzymes ของเซลล์ของตับจะเปลี่ยน glycogen ที่เก็บไว้ให้เป็น glucose และปล่อยเข้าในกระแสโลหิต นอกจากนี้เป็นที่เก็บเหล็กและทองแดง และควบคุมความเข้มข้นของ amino acid แต่ละชนิดที่มีในโลหิต ซึ่งเป็นหน้าที่ๆ สำคัญที่สุดของอวัยวะนี้ นอกจากนี้หน้าที่ของมันช่วยเปลี่ยน amino acid เป็น glucose และในที่สุดเป็น urea ที่ขับออกทางไต ตับมักทำงานคู่ไปกับม้าม คือ ทำลายเม็ดโลหิตแดงที่หมดอายุแล้ว และสร้าง heparin ซึ่งเป็นสารที่ทำให้โลหิตไม่แข็งตัว สารชนิดนี้ส่วนใหญ่มีในตับ แต่ก็มีในอวัยวะอื่นด้วย เช่น ม้าม หัวใจ ต่อมไธมัส และกล้ามเนื้อ แต่ก็มีเป็นจำนวนน้อย

น้ำดี (bile) น้ำดีนี้พิจารณาได้ ๒ แง่ คือเป็นทั้ง excretion คือสิ่งที่ขับออกมาแล้วไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายๆ ต้องถ่ายออกข้างนอก พวกนี้เช่น bile pigment หรือสีเหลืองที่พบในน้ำดีจะพบในอุจจาระที่ต้องถ่ายออก นอกจากนี้อาจจะพิจารณาว่าเป็น secretion คือสิ่งที่ร่างกายขับออกมาแล้วเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่นออกมาช่วยในการย่อยและการดูดซึมพวกไขมัน

หน้าที่สำคัญของตับที่เกี่ยวกับการป้องกันร่างกาย คือควบคุมความเข้มข้นของ

amino acids ชนิดต่าง ๆ ในโลหิต และเปลี่ยนของเสียที่ได้จากการใช้พวกโปรตีน ให้เป็น urea แล้วขับออกทางไต ในทำนองเดียวกันมันจะทำงานร่วมกับตับอ่อน และ duodenum ช่วยควบคุมความเข้มข้นของน้ำตาลในโลหิต นอกจากนี้ยังช่วยทำลายพวกแบคทีเรียและพิษของมันที่อยู่ในลำไส้หรือติดไปกับอาหาร

ตับช่วยควบคุมจำนวนของโลหิต โดยที่เชื่อกันว่าทำ serum albumin และ serum globulin และ fibrinogen เมื่อเด็กอยู่ในครรภ์ ๕ อาทิตย์แรก เป็นที่ ๆ สร้างเม็ดโลหิต นอกจากนี้ทำให้เกิดความร้อนและสร้างไวตามิน เอ จาก carotin

ถุงน้ำดี (gall bladder) เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายผลชมพู่ อยู่ในแอ่งที่เป็นที่อยู่ของมันที่พื้นล่างของตับ โดยมี connective tissue ยึดไว้ ถุงน้ำดีนี้ยาวประมาณ ๗–๑๐ ซม. กว้าง ๒.๕ ซม. จุได้ประมาณ ๓๒ ซีซี (๘ แกรม) ผนังของมันมี ๓ ชั้น คือ (๑) ชั้นในสุดเป็นเยื่อพวก mucous (๒) ชั้นกลางเป็นพวกกล้ามเนื้อ และ fibrous tissues (๓) ชั้นนอกสุดเป็น serous membrane ที่มาจากเยื่อบุช่องท้อง

หน้าที่ของถุงน้ำดี เป็นที่เก็บน้ำดี ในระหว่างที่ไม่มีการย่อยอาหาร เช่นเมื่อ duodenum ยังว่างอยู่ กล้ามเนื้อหูรูดที่อยู่ที่ท่อน้ำดีจะหดตัว น้ำดียังคงขังอยู่ในถุงน้ำดี แต่เมื่ออาหารที่ลงมาจากกระเพาะที่เป็น chymes ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดผ่านลงไปใน duodenum จะทำให้กล้ามเนื้อหูรูดนั้นหย่อนตัว ส่วนกล้ามเนื้อที่ประกอบเป็นถุงน้ำดีจะหดตัว ทำให้น้ำดีที่อยู่ภายในไหลลงในลำไส้เล็ก ดูรูปตั้งแต่ ๒๑๐–๒๓๐ เพื่อให้รู้ที่ตั้งและรายละเอียดเกี่ยวแก่ถุงน้ำดี จะได้เข้าใจถึงสรีรวิทยาที่กล่าวมาแล้ว

(รูปที่ ๒๓๐)

(รูปถุงน้ำดี มีท่อน้ำดีที่ชื่อ cystic duct *ต่อกับ* hepatic duct *เป็น* common bile duct*)*

สรุป

การย่อยอาหาร การย่อยอาหารอาศัยหน้าที่ของอวัยวะแต่ละชนิด ซึ่งอวัยวะทั้งหมดนี้มารวมกันเรียกว่า ระบบย่อยอาหาร

- ระบบย่อยอาหาร
  - Alimentary canal ทางเดินอาหาร
    - ปาก
    - Pharynx
    - Esophagus
    - กระเพาะอาหาร (stomach)
    - ลำไส้เล็ก small intestine
      - duodenum
      - jejunum
      - ileum
    - ลำไส้ใหญ่
      - Cecum
      - Colon
        - Ascending colon
        - Transverse colon
        - Descending colon
        - Sigmoid colon
      - Rectum
      - Anal canal

- ระบบการย่อยอาหาร
  - อวัยวะที่ช่วยในการย่อย
    - ลิ้น
    - ฟัน
    - ต่อมน้ำลาย
    - ตับอ่อน
    - ตับ
    - ถุงน้ำดี

- ทางเดินอาหาร alimentary canal
  - เป็นทางเดินของอาหารตั้งแต่ปากจนถึงช่องเปิดของทวารหนักที่ติดต่อกับภายนอก (anus)
  - ยาวประมาณ ๙ เมตร (๓๐ ฟุต)
  - Esophagus มี ๔ ชั้น
    - ชั้นในสุดเป็น mucous
    - ถัดเข้าไปเป็นชั้น submucous หรือ areolar
    - ชั้นกล้ามเนื้อ
    - ชั้นนอกสุดเป็น fibrous

หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

ทางเดินอาหาร alimentary canal (ต่อ)
- จากกระบังลมลงไปถึงทวารหนักผนังของมันมี ๔ ชั้น
  - ในสุดเป็น mucous
  - Submucous
  - ชั้นกล้ามเนื้อ
  - นอกสุดเป็น peritoneum

ช่องปาก
- ส่วนบน เพดานปาก palate
  - (1) hard palate
    - ปุ่มของกระดูก maxillary
    - กระดูก palatine
  - (2) soft palate
    - ลิ้นไก่ มุมโค้งของกระดูก palatine และต่อมทอนซิล
- พื้นล่าง เป็นลิ้น
- ข้าง ๆ และข้างหน้าเป็นแก้มและริมฝีปาก
- ข้างหลังติดต่อกับ pharyax
- ภายในมี—ต่อมทอนซิล ช่องเปิดของท่อของต่อมน้ำลาย ลิ้น ฟัน

ต่อมทอนซิล
- ก้อนของ lymphoid tissue ที่อยู่ในช่องที่มีรูปสามเหลี่ยมระหว่างมุมโค้งของกระดูก palatine ทั้ง ๒ ข้างของคอ
- หน้าที่
  - คล้ายกับต่อมน้ำเหลืองอื่น ๆ
  - (๑) ช่วยสร้างเม็ดโลหิตขาว
  - (๒) กรองแบคทีเรีย และป้องกันการอักเสบ

ลิ้น
- เป็นอวัยวะพิเศษ สำหรับรู้รส
- และช่วย
  - ในการเคี้ยว
  - ในการกลืน
  - ในการย่อย

  อาหาร

ต่อมน้ำลาย
- Parotid glands อยู่ใต้และข้างหน้าของหู
- Submaxillary gland, Sublingual gland — ใต้ขากรรไกรและใต้ลิ้น
- หน้าที่—ทำน้ำลาย ซึ่งเป็น secretion ที่เกิดจากเซลล์ที่อยู่ที่เยื่อในปาก
- เส้นประสาทจากทั้ง ๒ พวกของ autonomic nervous system
- เส้นโลหิต—แขนงของ external carotid artery

ฟัน

- อยู่ในแอ่งเล็ก ๆ ของกระดูกขากรรไกรบน และล่าง
- เหงือกหุ้มฟันและบุข้างในแอ่งที่เป็นที่อยู่ของรากฟัน
- แอ่งที่เป็นที่ฝังโคนฟันบุด้วยเยื่อหุ้มกระดูก ช่วยยึดฟันให้อยู่ในแอ่งนั้นและให้อาหาร
- แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน
  - Boot
  - Crown
  - Neck
- ประกอบด้วยสิ่งที่เจริญมาจาก
  - Dentin
    - ให้ฟันมีรูปร่างต่าง ๆ หุ้ม pulp cavity ข้างใน pulp นี้มีเส้นโลหิต เส้นประสาทที่ขึ้นมาจากรากฟัน
  - Enamel — หุ้มส่วนที่เป็น crown
  - Cement — หุ้มส่วนที่เป็นราก
- แบ่งออกเป็น ๒ พวก
  - (๑) ฟันน้ำนม (Deciduous teeth) ๖ เดือน — ๒ ขวบ
    - Incisors ๘
    - Canine ๔
    - Molars ๘
    - } ๒๐
  - เริ่มเกิดขึ้นในอาทิตย์ที่ ๖ ของเด็กที่อยู่ในครรภ์
  - (๒) ฟันถาวร (permanent teeth) ๖ ๑/๒—๒๕ ปี
    - Incisors ๘
    - Canine ๔
    - Premolar ๘
    - Molar ๑๒
    - } ๓๒
  - ฟันชุดนี้เริ่มเจริญในราวอาทิตย์ที่ ๑๖ ของเด็กที่อยู่ในครรภ์ นอกจากกรามใหญ่ซี่ที่ ๒ และ ๓
- หน้าที่ ช่วยในการย่อยโดยขบเคี้ยวและบดอาหาร

Pharynx

- เป็นท่อหรือทางเดินอาหารที่มีรูปกรวยประกอบด้วยเยื่อและกล้ามเนื้อ อยู่ระหว่างปากและ esophagus
- แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน
  - Nasopharynx อยู่ข้างหลัง posterior nares อยู่ข้างบน soft palate
  - Oropharynx ตั้งต้นจาก soft palate ถึงกระดูกโคนลิ้น (hyoid)

กรมศิลปากร

- **Pharynx (ต่อ)**
  - แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน
    - Laryngopharynx ตั้งต้นจากกระดูกโคนลิ้นถึง esophagus
  - มีช่องเปิด ๗ ช่อง
    - ๒ ช่องติดต่อกับจมูก
    - ๒ ช่องกับช่องหูชั้นใน
    - ๑ ช่องติดต่อกับปาก
    - ๑ ช่องติดต่อกับ larynx
    - ๑ ช่องกับ esophagus
  - เส้นประสาทแขนงจาก autonomic system ทั้ง ๒ พวก
  - เส้นโลหิตแขนงจาก external carotid artery
  - หน้าที่
    - เป็นทางผ่านของอากาศจากปากและจมูกเข้าสู่ larynx
    - ทำให้เสียงก้อง
    - รับอาหารส่งเข้า esophagus

- **Esophagus**
  - เป็นทางเดินอาหารยาวประมาณ ๒๓—๒๕ ซม. (๙—๑๐ นิ้ว)
  - ตั้งต้นจาก pharynx ถึง cardiac end ของกระเพาะอาหาร
  - มีผนัง ๔ ชั้น
    - (๑) ชั้นในสุดเป็น mucous
    - (๒) submucous หรือ areolar
    - (๓) ชั้นกล้ามเนื้อ
      - ตามยาว
      - ตามขวาง
    - (๔) ชั้นนอกสุดเป็น fibrous
  - เส้นประสาท
    - แขนงของ vagus
    - แขนงของ thoracolumbar system
  - เส้นโลหิต
    - (๑) แขนง inferior thyroid ที่มาจาก thyrocervical trunk
    - (๒) แขนงจาก thoracic aorta
    - (๓) left gastric แขนงของ celiac artery
    - (๔) left phrenic แขนงของ abdominal aorta
  - หน้าที่ รับอาหารส่งเข้าสู่กระเพาะอาหาร

กระเพาะอาหาร

- เป็นทางเดินอาหารที่ขยายกว้างออก
- วางอยู่ตามเฉียงในบริเวณ epigastric, umbilical และ left hypochondriac อยู่ใต้กระบังลม
- ช่องเปิด
  - Cardiac opening ติดต่อกับ esophagus
  - Pyloric opening ติดต่อกับ duodenum
  - ทั้ง ๒ ช่องมีกล้ามเนื้อวงแหวนที่เรียก sphincters ปิดอยู่
- Curvature
  - Lesser curvature
  - Greater curvature
- แบ่งเป็น ๓ ส่วน
  - Fundus ส่วนใหญ่นูนขึ้นมาอยู่บนทางเข้าของ esophagus
  - Body อยู่ระหว่าง fundus และ pylorus
  - Pylorus เป็นตายที่เล็ก
- ผนัง ๔ ชั้น
  - (๑) ชั้นนอกสุดเป็น serous มาจาก peritoneum
  - (๒) กล้ามเนื้อ
    - ตามยาว
    - ตามขวาง
    - ตามเฉียง โดยเฉพาะที่ Cardiac End
  - (๓) submucous มีเส้นโลหิตและน้ำเหลืองมาเลี้ยงมาก
  - (๔) mucous เป็น rugae
- ต่อม
  - เซลล์บางอันของเยื่อที่บุข้างในจะขับ secretion
  - Cardiac gland ขับ mucin
  - Fundic gland
    - พวก central cells ขับ pepsinogen
    - parietal cells ขับพวกกรด
  - pyloric gland ขับ pepsinogen และ mucin
- เส้นประสาท
  - thoracolumbar ของ autonomic ที่มาจาก celiac plexuses
  - vagus nerve

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

กระเพาะอาหาร (ต่อ)

- เส้นโลหิตจากแขนงของ celiac ทั้ง ๓
  - Left gastric
  - Hepatic
  - Splenic
- หน้าที่
  - (๑) เป็นที่รับอาหารเก็บไว้ให้มีการย่อย และปล่อยให้ผ่านออกทีละน้อยตลอดเวลาที่มีการย่อยอาหาร
  - (๒) ขับ mucin และน้ำย่อยของกระเพาะอาหาร

ลำไส้เล็ก

- เป็นหลอดอาหารเล็ก ๆ ตั้งต้นจากกระเพาะอาหารถึง colic valve หรือช่องเปิดเข้าสู่ลำไส้ใหญ่
- ยาวประมาณ ๗ เมตร (๒๓ ฟุต) ขดอยู่ในช่องท้อง
- แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน
  - Duodenum ยาวประมาณ ๒๕ ซม. (๑๐ นิ้ว)
  - Jejunum ,, ๒.๒ เมตร (๗ ๑/๒ ฟุต)
  - Ileum ,, ๕ เมตร (๑๕ ๑/๒ฟุต)
- ผนังมี ๔ ชั้น
  - (๑) serous มาจาก peritoneum
  - (๒) กล้ามเนื้อ
    - ตามยาว
    - ตามขวาง
  - (๓) submucous อยู่ระหว่างชั้นกล้ามเนื้อและ mucous
  - (๔) ชั้น mucous
    - circular folds
    - villi ที่มี lacteal
- ต่อมและต่อมน้ำเหลือง
  - Intestinal glands } ขับน้ำย่อยของกระเพาะ
  - Duodenal หรือ Brunners } ขับน้ำย่อยของกระเพาะ
  - ต่อมน้ำเหลือง
    - solitary lymph nodes
    - ,, Peyer s patches
- เส้นประสาท
  - Vagus ให้แขนงพวก sensory และ motors
  - Thoracolumbar ของ autonomic system จาก plexus ที่อยู่รอบ ๆ superior mesenteric artery
- เส้นโลหิต
  - แขนงของ hepatic
  - ,, - superior-mesenteric
  - } ให้แขนงไปอยู่ในระหว่างชั้น serous และกล้ามเนื้อ

ลำไส้เล็ก (ต่อ)

หน้าที่
- ย่อยอาหาร
- รับน้ำดีจากตับและน้ำย่อยตับอ่อนจากตับอ่อน
- ขับน้ำย่อยที่เรียก succus entericus
- ช่วยในการดูดซึม

ลำไส้ใหญ่

- กว้างกว่าแต่สั้นกว่าลำไส้เล็ก
- ยาว ๑.๕ เมตร (๕ ฟุต) กว้าง ๖.๓ ซม. (๒ ๑/๒ นิ้ว) ถึง ๓.๕ ซม. (๑ ๑/๒ นิ้ว) ตั้งต้นจาก ileum ถึง anus
- แบ่งออกเป็น ๔ ส่วน
  - Cecum with vermiform appendix
  - Colon
    - Ascending colon
    - Transverse colon
    - Descending colon
    - Sigmoid colon
  - Rectum หรือทวารหนักยาวประมาณ ๑๒ ซม. (๕ นิ้ว)
  - Anal canal ๓.๕ ซม. (๑—๑ ๑/๒นิ้ว)
  - Anus
- ผนังมี ๔ ชั้น
  - (๑) serous บางแห่งคลุมบางส่วนเท่านั้น ที่ทวารหนักไม่มีเลย
  - (๒) กล้ามเนื้อ—ตามยาวมีส่วนคล้ายริบบิ้น ตั้งต้นจากไส้ติ่งถึงทวารหนัก—ตามขวาง
  - (๓) submucous
  - (๔) mucous
    - ไม่มี villi
    - ไม่มี circular folds
    - มีมาก
      - intestinal glands
      - solitary lymph node
- ประสาทแขนงของ—autonomic system ทั้ง ๒ พวก
- เส้นโลหิต
  - Superior mesenteric ไปเลี้ยง cecum และ transverse colon
  - Inferior mesenteric ไปเลี้ยง descending และทวารหนัก นอกจากนี้ทวารหนักรับแขนงจาก hypogastric ด้วย

หอสมุดแห่งชาติ

ลำไส้ใหญ่ (ต่อ)
- หน้าที่
  - ช่วยย่อยและดูดซึมต่อจากลำไส้เล็ก
  - ขับของเสีย

ตับอ่อน
- อยู่ข้างหน้าของกระดูกเอวอันที่ ๑ และ ๒ ข้างหลังของกระเพาะอาหาร
- มีรูปต่อน
  - ส่วน head ติดกับ duodenum
  - ส่วน body อยู่ข้างหน้าของกระดูกสันหลัง
  - tail ไปจดกับม้าม
- ขนาด
  - ยาวประมาณ ๑๒.๕ ซม. (๕ นิ้ว)
  - กว้างประมาณ ๕ ซม. (๒ นิ้ว)
- น้ำหนักเฉลี่ย ๖๐ ถึง ๙๐ กรัม (๒—๓ ออนซ์)
- โครงสร้าง
  - เป็นพวก compound glands ประกอบด้วยส่วนเล็ก ๆ ที่เรียก lobules และ lobules เหล่านี้มี connective tissue ยึดให้ติดกันรวมเป็น lobes
  - ใน lobules แต่ละอันมีแขนงเล็ก ๆ ของท่อน้ำย่อยตับอ่อนที่จะไปรวมกันเป็นท่อใหญ่
  - lobes ของตับอ่อนมารวมกันเป็นตับอ่อนทั้งอัน
  - ท่อของน้ำย่อยที่มีใน lobules แต่ละอันไปเปิดเข้าสู่ pancreatic duct.
  - มีหมู่เซลล์ที่ชื่อ Islets of Langerhans กระจายอยู่ทั่ว ๆ ไป
- หน้าที่
  - (๑) ขับน้ำย่อยตับอ่อนที่ชื่อ pancreatic juice
  - (๒) สร้าง insulin ช่วยในการเผาผลาญ หรือการใช้น้ำตาลที่มีในโลหิต

ตับ
- เป็นต่อมที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย
- ตั้งอยู่ที่
  - Right hypochondriac
  - Epigastric
  - Left hypochondriac
- ข้างบนนูนเพื่อให้พอดีกับพื้นล่างของกระบังลม
- ข้างล่างเว้า เพื่อให้พอดีกับไตขวา ascending colon และ pylorus ของกระเพาะอาหาร

ตับ

- มีเอ็นที่ช่วยยึด ๕ เส้น
  - (๑) falciform
  - (๒) coronary
  - (๓) Right lateral
  - (๔) Left lateral
    - (๑)–(๔) เกิดจากรอยพับของ peritoneum
  - (๕) Round ligament กลายมาจาก umbilical vein
- มีแอ่งที่เรียกเป็นที่วางของอวัยวะต่าง ๆ
  - (๑) Left sagittal fossa
  - (๒) Portal หรือ transverse เป็นทางผ่านของ
    - . Portal tube
    - . Hepatic artery
    - . Hepatic duct
    - เส้นน้ำเหลืองและเส้นประสาท
  - (๓) Gall bladder fossa
  - (๔) fossa สำหรับ inferior vena cava
- แบ่งออกเป็น ๔ ซีก
  - (๑) ซีกขวาใหญ่ที่สุด
  - (๒) ซีกซ้ายเล็ก
  - (๓) ซีกที่มีรูปสี่เหลี่ยมเรียก Quadrate
  - (๔) มีรูปคล้ายหางเรียก Caudate
- Vessles มี ๕ พวก
  - (๑) แขนงของ portal tube
  - (๒) ,, ,, hepatic artery
  - (๓) ,, ,, hepatic vein
  - (๔) เส้นน้ำเหลือง
  - (๕) bile duct
- เส้นประสาทมาจาก left vagus และ thoracolumbar system
- เส้นโลหิต
  - Hepatic arterp
  - . Portal tube
  - . Hepatic vein
- โครงสร้างของตับ
  - โซ่ของ hepatic cells รวมกันอยู่ใน lobules
  - Lobules หนึ่ง ๆ กว้างประมาณ ๑.–๒๕ มม.

กรมศิลปากร

- ตับ (ต่อ)
  - โครงสร้างของตับ (ต่อ)
    - แขนงของ Portal tube
      - Interlobular vein อยู่ระหว่าง lobule
      - Intralobular capillaries อยู่ใน lobule
      - Sublobular vein อยู่ใต้ lobule
      - Hepatic vein ออกทาง portal fossa เทโลหิตเข้าสู่ inferior vena cava
    - bile duct
      - มีแขนงเล็ก ๆ ระหว่างเซลล์
      - มี Interlobular duct
      - . Hepatic duct ออกจาก portal fossa
    - แขนงของ Hepatic artery
      - . Interlobular artery อยู่ระหว่าง lobules
      - Intralobular capillaries อยู่ใน lobules
      - เหมือนกับแขนงของ portal tube
    - เส้นน้ำเหลืองเริ่มต้นใน lobules ประกอบเบ็นร่างแหและผ่านจากใจกลางไปด้านนอก
    - เยื่อ serous จากเยื่อบุช่องท้องคลุมเกือบหมด
  - หน้าที่
    - เบ็นที่เกิดของน้ำดี
    - ทำ internal secretion ที่ควบคุมการเปลี่ยน glucose เบ็น glycogen และเปลี่ยนกลับคืนเมื่อต้องการ
    - ทำให้เกิด heparin
    - เปลี่ยนพวก โปรตีน เบ็น urea ขับออกทางไต
    - ทำลายเม็ดโลหิตแดงที่หมดอายุแล้ว
    - ขับสิ่งที่เบ็นพิษออกเบ็นน้ำดี
    - ควบคุมจำนวนของโลหิตในร่างกาย
    - สร้าง serum albumin
    - ,, serum globulin
    - ,, fibrinogen
    - เด็กในครรภ์ ๕ อาทิตย์แรกจะเบ็นที่สร้างเม็ดโลหิต
    - ทำให้เกิดความร้อน
    - สร้างไวตามิน เอ จาก carotin
    - เก็บเหล็กและทองแดง
    - เบ็นที่ ๆ บ้องกันโรค

ถุงน้ำดี (gall bladder)

- เป็นถุงที่มีรูปคล้ายผลชมพู่ อยู่ใน gall bladder fossa ของตับ
- ขนาด
  - ยาว ๓—๔ นิ้ว
  - กว้าง ๑ นิ้ว
  - จุได้ ๓๖ ซี ซี
- ผนังมี ๓ ชั้น
  - (๑) ในสุดเป็น mucous
  - (๒) fibrous และกล้ามเนื้อ
  - (๓) นอกสุดเป็น serous ที่มาจากเยื่อบุช่องท้อง
- หน้าที่
  - เก็บน้ำดี ในระหว่างที่ไม่มีการย่อยอาหาร
  - ตลอดเวลาที่มีการย่อยจะปล่อยน้ำดีเข้าสู่ duodenum

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

บทที่ ๑๙

อาหาร ไวตามิน และสรีรวิทยาของการย่อยอาหาร

อาหารที่มีอยู่โดยทั่ว ๆ ไปตามธรรมชาตินั้น ไม่สามารถดูดซึมเข้าไปตามผนังของเซลล์ได้ เซลล์ของพืชและสัตว์เป็นอาหารของมนุษย์ อาหารเหล่านี้เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วต้องมีการย่อย เพื่อจะมีการดูดซึม และเก็บไว้ใช้ในร่างกาย โดยเหตุนี้อาหารที่จะเข้าไปตามผนังของเซลล์ได้ต้องผ่านการย่อยอย่างดี จนสามารถเข้าไปปนกับกระแสโลหิตได้ เซลล์ของร่างกายตามส่วนต่าง ๆ จึงจะได้รับอาหารนั้น

อาหาร

คำว่าอาหาร หมายถึงสิ่งที่รับประทานเข้าไปในร่างกายแล้วทำให้เกิดพลังงาน (energy) ช่วยสร้าง tissues และทำให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ

การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายต้องอาศัยกำลังงาน การที่จะให้อวัยวะต่าง ๆ ทำงานตามปกติได้ ต้องมีกำลังงานให้เพียงพอ กำลังงานหรือพลังงานที่กล่าวนี้มาจากอาหาร เมื่อเซลล์ได้รับอาหารและอ๊อกซิเจน จะเกิดมีกำลังงานขึ้นในเซลล์ กำลังงานที่มีอยู่ในอาหารนั้นเป็นประเภท potential energy (ยังไม่แสดงออกมา) แต่เมื่ออาหารนั้นถูกแยกแยะออกไปจนเป็นอนูที่เล็ก ๆ (molecule) ตอนนี้จะทำให้เกิดมีกำลังงานอีกชนิดหนึ่งขึ้น กำลังงานตอนนี้เรียกว่า kinertic energy

เมื่ออาหารเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับร่างกาย และร่างกายต้องได้อาหารหล่อเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา โดยเหตุนี้อาหารที่รับประทานเข้าไป บางส่วนจะถูกเก็บไว้ใช้ในยามต้องการอาจจะอยู่ในรูปไขมันหรือ glycogen

อาหารเป็นสิ่งที่ช่วยสร้าง protoplasm ของเซลล์ไม่ว่าจะให้มันเจริญขึ้น (เพิ่มขนาดของมัน) หรือซ่อมแซม (ทดแทนที่ใช้ไปทุก ๆ วันก็ตาม)

การที่จะทำให้เซลล์แต่ละชนิดมีสมรรถภาพ และมีการเจริญเติบโตตามปกตินั้นอาศัยสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่มีอยู่ในอาหาร สิ่งนั้นคือ ไวตามิน นอกจากนี้ก็มี น้ำ และเกลือพวกอนินทรีย์สาร ก็จำเป็นในการรักษาระดับส่วนประกอบของเซลล์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

การจำแนกชนิดของอาหาร การวิเคราะห์ทางเคมีแสดงให้เห็นว่า พวกธาตุทั้งหลายที่พบในร่างกายนั้นมีอยู่ในอาหาร ธาตุเหล่านั้นมารวมกันอยู่ในรูปต่าง ๆ ทำให้อาหารจำแนกออกเป็นหลายชนิด

อาหารที่สำคัญแบ่งออกเป็น
- น้ำ
- แป้ง หรือ carbohydrates
- ไขมัน
- เนื้อ หรือ โปรตีน
- เกลือแร่
- ไวตามิน

น้ำ ส่วนประกอบของอาหารที่รับประทานเข้าไปเป็นน้ำมากกว่า ๒/๓ ของจำนวนอาหารทั้งหมด น้ำที่มีอยู่ในร่างกายมาจาก (๑) พวกน้ำดื่ม หรือเครื่องดื่มที่รับประทานเข้าไป (๒) ได้มาจากอาหาร คือพวกผักและผลไม้ (๓) น้ำที่เกิดขึ้นใน tissue ที่เป็นผลมาจากการทำงานของเซลล์ทั้งหลาย

น้ำเป็นส่วนประกอบของ tissues ทุกชนิด ซึ่งมีน้ำประมาณ ๗๕—๙๐% tissues ที่กำลังเจริญเติบโต เช่นในเด็กเล็กจะมีน้ำมากกว่าที่พบใน tissues ที่หยุดเจริญแล้ว หรือในคนแก่ น้ำที่รับประทานเข้าไป จะไปอยู่ในรูปของเหลว ที่จะทำให้เกิดพวก secretion ช่วยในการย่อยอาหารที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี นอกจากนี้ยังช่วยในการละลายอาหารให้ง่ายแก่การจะย่อย ดูดซึม และช่วยในการเก็บของเสีย การระเหยของเหงื่อทางผิวหนัง หรือการระเหยของน้ำที่ออกมากับลมอากาศหายใจ เป็นการช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย หรือรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้เป็นปกติ (ดูบทที่ ๒ และ ๓)

ในสภาวะปกติ จำนวนน้ำในร่างกายจะมีตามระดับปกติเสมอ ถึงแม้ว่าจะมีการรับประทานน้ำเข้าไปมากเพียงใดก็ตาม ถ้ารับประทานน้ำเข้าไปมาก น้ำจะมีในเส้นโลหิตมาก ความดันของโลหิตในเส้นโลหิตของไตจะมากขึ้น ทำให้ไตขับปัสสาวะออกมากขึ้น ถ้ารับประทานน้ำน้อยจะทำให้มีการกระหายน้ำ ทั้งนี้เป็นธรรมชาติของร่างกายที่ป้องกันการขาดน้ำ โดยเหตุนี้การรับประทานน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิต

แป้งหรือคาร์โบไฮเดรท เป็นอาหารที่พบมาก หาง่าย และให้กำลังงานมากที่สุด

อาหารพวกนี้ประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน และอ็อกซิเจน ที่มีอัตราส่วน ๒ atom ของไฮโดรเจน ต่อ ๑ atom ของ อ็อกซิเจน น้ำตาลธรรมดาหรือสารพวกแป้งที่จะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล นับเป็นคาโบไฮเดรทหมด สารประกอบชนิดนี้เมื่อจะแบ่งออกเป็นพวก ๆ ต้องอาศัยวิธีวิเคราะห์แบบที่เรียกว่า hydrolysis ซึ่งจะแยกออกเป็น

(๑) Monosaccharides หรือน้ำตาลที่อนู (molecule) เล็กที่สุดแยกออกไม่ได้อีกแล้ว เช่นอนูของ dextrose, glucose มีสูตรเป็น $C_6H_{12}O_6$ น้ำตาลชนิดนี้เมื่อเข้าไปในร่างกายมันละลายได้ และสามารถดูดซึมเข้าไปใน body fluids โดยทันที ไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงอีก

Monosaccharides $C_6H_{12}O_6$
- Glucose หรือ dextrose ที่มีใน body fluid และมีในผลไม้บางชนิดเช่นพวก องุ่น
- Fructose หรือ levulose หรือ levulose พบอยู่ในน้ำตาลของผลไม้

(๒) Disaccharides ($C_{12}H_{22}O_{11}$) น้ำตาลพวกนี้มีอนูที่โตกว่าอนูของพวกแรก มันประกอบด้วยพวก monosaccharides มารวมกัน หรือมี molecule ของ glucose หรือ fructose แต่ถ้าเอา molecule ของ disaccharide ๑ molecule มารวมกับน้ำ ๑ molecule จะเกิดมี glucose ๑ molecule และ fructose ๑ molecule

Disaccharides $C_{12}H_{22}O_{11}$
- Sucrose หรือน้ำตาลอ้อยพบในพวกพืช ผลไม้ และน้ำที่คั้นจากพืชบางชนิด
- Lactose น้ำตาลในนม พบในน้ำนมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหลาย
- Maltose เป็นสิ่งที่พบในกระเพาะอาหาร เมื่ออาหารกำลังย่อย พบในร่างกาย ในพวกข้าว malts และหัวข้าว

sucrose + water ————————→ glucose + fructose

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

(๓) Polysaccharides $(C_6H_{10}O_5)n$. ในทุก ๆ molecule หรืออนูของมันจะมีจำนวนธาตุเท่า ๆ กันทุก ๆ อนู นอกจากว่าคุณค่าของ n. อาจจะใหญ่หรือแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของอาหาร ตัวอย่างเช่นอนูของ แป้ง มี n. อยู่ในระหว่าง ๒๕ และ ๓๐ แสดงว่าน้ำตาลชนิดนี้มี ๒๕—๓๐ ชนิด อนูของ dextrin เล็กมาก ดังนั้น ถ้าแป้ง ๑ อนูเมื่อละลาย

แล้วจะแยกออกเป็น dextrin หลายอนุ และแต่ละอนุก็เท่า ๆ กัน แต่ว่า polysaccharides เป็นอนุที่ใหญ่ ดังนั้นจะต้องผ่านการแยกหลายครั้งจึงจะทำให้อนุของมันเล็กลง และเมื่อแยกแล้ว ชื่อ และจำนวนธาตุของมันในอนุหนึ่งจะเปลี่ยนไป

Polysaccharides $(C_6H_{10}O_5)n$.	แป้งพบในพวกข้าวต่าง ๆ
	Cellulose หุ้มอยู่ข้างนอกเมล็ดข้าว และเปลือกนอกของพืช
	Glycogen เป็นน้ำตาลที่เก็บไว้ในตับ และกล้ามเนื้อ
	Dextrin ได้มาจากการแยกแป้งตามวิธี hydrolysis

ไขมัน หรือ lipides คำว่าไขมันหรือ fat ถ้าใช้ในทางกายวิภาคหมายความว่าเป็นพวก adipose tissues หรือพวกไขมันที่พบใต้ผิวหนังหรือตามอวัยวะต่าง ๆ แต่ใช้ในทางเคมีหมายถึง glyceryl esters หรือส่วนแยกของไขมันที่เป็นกรดและแอลกอฮอร์ ของ fatty acid หรือพูดอีกอย่างหนึ่งเป็นไขมันที่มาจาก fatty acid ๓ อนุ และ glycerine ๑ อนุมาอยู่รวมกัน ไขมันของพืชหรือของสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารตามธรรมดานั้น เป็นสาระผสมของ fatty acid

Enzymes บางอย่างที่มีในร่างกาย สามารถแยกไขมันที่รับประทานเข้าไปให้เป็น glycerine และ fatty acid โดยวิธีของ hydrolysis

ไขมันเป็นสารประกอบของ คาร์บอน, ไฮโดรเจน และอ๊อกซิเจน ซึ่งเป็นพวกธาตุชนิดเดียวกับที่พบในคาร์โบไฮเดรท แต่มีส่วนประสมต่างกัน แต่ไขมันมีอ๊อกซิเจนน้อยกว่าส่วนคาร์บอน และ ไฮโดรเจนมีมากกว่าคาร์โบไฮเดรท เพราะฉะนั้นจึงเป็นเชื้อเพลิงได้ดี

สารประกอบของพวกไขมันที่เรียก compound fat หรือ lipoids เป็น ester ของ fatty acid ตัวอย่างของพวกนี้เช่น

(๑) Phospholipids หรือ phosphatide สารพวกนี้มีทั้งฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ชื่อที่รู้จักกันมากคือ lecithins ซึ่งมีมากในไข่แดงและมันสมอง พวก tissue ประสาท และในเซลล์ทั้งหลายของร่างกาย ตัวอย่างอื่น ๆ ก็มี cephalins เป็นต้น

(๒) Glycolipides หรือ cerebrocides เป็นสารประกอบของพวกคาร์โบไฮเดรทกับ fatty acid และไนโตรเจนแต่ไม่มีกรดฟอสฟอริค น้ำตาลชนิดนี้พบใน myeline sheath ของเส้นประสาท

(๓) Sterols เป็นพวก fatty acid ที่พบว่ามีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์อยู่ด้วย ซึ่งที่รู้จักกันดีคือ cholesterol ($C_{27}H_{45}OH$) ซึ่งพบในร่างกายทั่ว ๆ ไป เช่นพบใน medullary ที่หุ้มพวกเส้นประสาทพบในโลหิต ในเซลล์ทั้งหมดและของเหลวที่มีในร่างกาย นอกจากนี้พบใน sebum (สารที่ขับออกมาจากต่อม sebaceous) ของผิวหนังและพบในน้ำดี cholesterol ที่มีอยู่ในโลหิต ป้องกันไม่ให้เม็ดโลหิตแดงมีการแตกสลายตัว (hydrolysis) และใน sebum ก็ป้องกันผิวหนัง ภายใต้แสงสีม่วงของพระอาทิตย์หรือที่ทำขึ้น จะช่วยเปลี่ยน cholesterol ให้เป็นสิ่งที่ป้องกันไม่ให้เกิดโรคกระดูกอ่อน แต่ที่พบในน้ำดีนับเป็นพวกของเสียที่ต้องถ่ายออกนอกร่างกาย

อาหารพวกเนื้อหรือโปรตีน เป็นสารพวกที่มีอนุรับซ้อนยิ่งกว่าพวกคาร์โบไฮเดรทและไขมัน และธาตุที่ประกอบอยู่ก็ต่างกับอาหารทั้ง ๒ ชนิดที่กล่าวมาแล้ว เพราะมีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย ดังนั้นโปรตีนจึงมี คาร์บอน ไฮโดรเจน และอ๊อกซิเจน และไนโตรเจน บางทีก็มีพวก กำมะถัน ฟอสฟอรัส และเหล็กประกอบอยู่ด้วย โปรตีนเมื่อแยกแยะออกไปให้เป็นอนูที่เล็กที่สุด เรียกว่า amino acid ซึ่งเป็นพวกกรดที่ประกอบด้วย amino group (NH_2) แทนที่จะมีการแทนที่ของ H atom ในกรด acetic ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่สำคัญที่สุด คือมีสูตรเป็น CH_3COOH และถ้าหากไฮโดรเจนตัวหนึ่งในพวก 3 ตัว ของ (CH_3) จะถูก NH_2 แทนที่ สูตรที่ได้จะเป็น $CH_2(NH_2)COOH$ ซึ่งเราเรียกว่า aminoacetic acid หรือ glycerine

Aminoacid มีประมาณ ๔๐ หรือมากกว่านี้ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติแต่ก็มีอยู่มากที่ต้องทำขึ้นเหมือนกัน อย่างไรก็ตามมีประมาณ ๓๓ ชนิดที่เป็นโปรตีนที่ช่วยสร้าง tissues ไม่มีโปรตีนชนิดไหนที่มี amino acid ครบตามจำนวนของมัน แต่ที่มีมากที่สุดคือพวก โปรตีนของนมมี ๑๗ ชนิด โปรตีนของสัตว์ชนิดหนึ่งก็แตกต่างจากโปรตีนของสัตว์อีกชนิดหนึ่ง ถึงแม้ว่าโปรตีนที่อยู่ใน tissues จะมีส่วนแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น โดยเฉพาะโปรตีนของพืช

โปรตีนของพวกนม ไข่ ปลา พวกข้าว และผัก ต่างก็มีส่วนประกอบและสูตรของ amino acids ต่างกัน พวกพืชที่มีโปรตีนสูงเช่น ถั่วลิสง ถั่วฝักยาว และมันฮ่อเป็นต้น

ตัวอย่างของโปรตีนที่มีอยู่ในอาหาร

Albumin เป็นพวกไข่ขาว ฝ้าของน้ำนมที่เกิดเมื่อมีการต้มน้ำนม หรือใช้ความร้อน ๗๐ องศาเซนติเกรด (170°C)

Casein หรือสารที่พบจากฝ้าของน้ำนมเปรี้ยว หรือน้ำนมที่เติมกรด หรือ renin เข้าไป

Hydrolysis ของโปรตีน

Protein + water ———————— proteoses

Proteoses + water ———————— peptones

Peptones + water ———————— peptides

Peptides + water ———————— amino acid

Catalysts ที่ช่วยเป็น pepsin, trypsin และ peptidases

พวกแร่ธาตุ (mineral elements) พวกแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในร่างกายนั้นมีรายการอยู่ในบทที่ ๑ ว่าด้วยส่วนประกอบของ protoplasm เมื่อพวกธาตุนี้เข้าไปใน metabolism ของเซลล์ในร่างกาย เพื่อทดแทนสิ่งที่เซลล์เสียไปในวันหนึ่ง ๆ ธาตุที่ว่านี้ทั้งหมดได้จากอาหาร ซึ่งให้ประโยชน์ต่อร่างกายหลายอย่างเช่น เป็นส่วนประกอบของกระดูกและทำให้กระดูกแข็งแรง เป็นส่วนประกอบของ protoplasm ทั้งหมดของร่างกาย และละลายอยู่ในพวก body fluids ทำให้กล้ามเนื้อและเส้นประสาทสามารถรับความรู้สึก และยืดหยุ่นได้ นอกจากนี้ยังทำให้พวกน้ำย่อยมีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง และช่วยรักษาระดับความเป็นกรดและด่างของ body fluids ซึ่งเป็นการช่วยในการดูดซึม และในการถ่ายเทของเสียของเซลล์ และมีสมรรถภาพในการละลาย ฯลฯ

พวกแร่ธาตุที่สำคัญมี

แคลเซียม อยู่ใน protoplasm ของเซลล์ทั้งหมด และเป็นส่วนประกอบของ body fluids ส่วนมากพบในกระดูกและฟัน แคลเซียมในร่างกายมีอยู่ในกระดูก ๙๙% แคลเซียมนี้เป็นตัวสำคัญที่ช่วยในการทำงานของเซลล์ทุกเซลล์ โดยเกี่ยวข้องกับการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์โดยเฉพาะเซลล์ของกล้ามเนื้อ ที่จะสามารถรับการกระตุ้น และนอกจากนี้ช่วยให้หัวใจทำงานตามปกติ และถ้ามันอยู่ในรูปของ ions จะช่วยให้โลหิตมีการแข็งตัวตาม

ธรรมดา เด็กเล็ก ๆ และคนที่กำลังมีครรภ์ และสัตว์พวกที่กำลังเลี้ยงลูกด้วยนม ต้องการแคลเซียมเป็นจำนวนมากกว่าธรรมดา แคลเซียมพบในน้ำนมผักใบเขียว ร่างกายไม่สามารถจะอยู่ได้โดยปราศจากแคลเซียมหรือมีธาตุนี้น้อยกว่าร่างกายต้องการ ดังนั้นเราจึงต้องรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมทุก ๆ วัน คิดประมาณการรับประทานแคลเซียม ๐.๘ กรัม จะรักษา body fluids ให้มีความเข้มข้นพอดีกับความต้องการของร่างกาย

เด็กที่กำลังเจริญ ต้องการแคลเซียมและฟอสฟอรัสอย่างน้อยที่สุด ๑ กรัมทุก ๆ วัน ส่วนคนที่มีครรภ์ใน ๔ เดือนหลังต้องการแคลเซียม ๑.๕ กรัมทุก ๆ วัน และเมื่อเด็กกำลังรับประทานนมจากมารดาควรเพิ่มให้เป็น ๒ กรัมทุกวัน

ฟอสฟอรัส เป็นสิ่งที่จะช่วยให้กระดูกและฟันเจริญตามปกติ พบมากในน้ำนมเหมือนกัน

เหล็กเป็นธาตุที่พบในเม็ดโลหิตแดงของโลหิตเป็นส่วนมาก นอกจากนี้ก็พบในเซลล์ทั้งหลายของร่างกาย โดยช่วยนำออกซิเจนให้แก่เซลล์ ร่างกายจะเก็บเหล็กไว้ได้ในจำนวนจำกัดเท่านั้น โดยเหตุนี้อาหารที่รับประทานเข้าไปจึงควรมีธาตุเหล็กทุก ๆ วัน อาหารที่มีเหล็กเช่นไข่แดง เนื้อ (โดยเฉพาะตับ) ผลไม้ และผักสีเขียว

เด็กเล็กที่แรกคลอด จะมีเหล็กเก็บไว้ในร่างกาย เพราะเด็กมีความสามารถพิเศษ เหล็กนี้จะเลี้ยงให้ร่างกายตลอดเวลาที่ยังต้องดูดนมมารดา ต่อมาภายหลังอายุ ๖ เดือน ควรจะให้อาหารเด็กเช่นพวกไข่แดง และผักที่มีธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ เพราะถ้าเหล็กที่ถูกเก็บไว้ใช้หมดไป เหล็กที่ได้มาใหม่จะทำประโยชน์ได้ทันที ในเด็กที่คลอดก่อนกำหนดเด็กไม่มีเหล็กเก็บไว้ในร่างกาย ฉะนั้นการให้นมจึงควรให้พวกที่มีแร่เหล็กและทองแดงผสมไปในนมนั้นด้วย

ไอโอดีน ถูกใช้โดยต่อมไธรอยด์เพื่อทำให้เป็นสารใหม่ที่เรียก thyroxine สารนี้ช่วยให้ร่างกายเก็บธาตุไอโอดีนไว้ในร่างกายตามที่ร่างกายต้องการ และช่วยในการ metabolism ในเด็กรุ่น ๆ ตามธรรมดาต้องการไอโอดีน ๐.๐๐๐๐๑๕ กรัมทุก ๆ วัน ถ้าร่างกายได้รับไอโอดีนไม่เพียงพอ จะทำให้เป็นโรคคอพอก ไอโอดีนนี้พบในน้ำนม ผักใบเขียว และในอาหารทะเล

ทองแดง เป็นสิ่งที่ช่วยสร้างเฮโมโกลบิน (Hb) ถึงแม้ว่ามันไม่มีส่วนประสมอยู่ในอนุนั้นก็ตาม หน้าที่ของมันอย่างละเอียดยังไม่รู้แน่ แต่ก็รู้ว่ามันมีส่วนจำเป็นในการทำให้เซลล์มีชีวิตอยู่อย่างปกติ ธาตุชนิดนี้พบในอาหารหลายชนิด เช่นพบมากในตับ ลูกนัต ผลไม้และผักใบเขียว

อาหารที่ให้กำลังงาน และโปรตีนเพียงพอ อาจจะขาดพวก แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไอโอดีน ทองแดง ฉะนั้นเมื่อได้อาหารพวกแป้งและเนื้อแล้ว ต้องรับประทานผักและผลไม้ช่วย ที่สำคัญและร่างกายต้องการมากที่สุดได้แก่ฟอสฟอรัสและแคลเซี่ยม ดังนั้นต้องรับประทานอาหารที่มีธาตุพวกนั้นให้เพียงพอ ส่วนเหล็กนั้นร่างกายต้องการเป็นจำนวนน้อย ถ้ารับประทานอาหารได้น้อย ควรจะถะให้ได้รับประทานแต่อาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อาหารพวกที่มีแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส ก็มักจะมีธาตุชนิดอื่นๆ อยู่ปนด้วยเสมอ

ไวตามิน เป็นอาหารที่ได้มาจากสิ่งที่มีชีวิต ที่มีความสำคัญคือช่วยในการเจริญเติบโตรวมทั้งการสร้างและการซับของเสีย ที่เกิดขึ้นในเซลล์ทั้งหลาย ทั้งนี้เป็นการช่วยในปฏิกริยาของ oxidation หรือเป็นสิ่งที่เป็น enzymes ของ tissue ไวตามินมีหลายชนิด

ไวตามิน เอ หรือ antixeropthalmic และสารพวกที่จะเปลี่ยนเป็นไวตามินเอได้ (provitamin) พวกนี้มักพบในพืชสีเหลือง เช่นฟักทอง หัวแครอต มันฝรั่งหวานเป็นต้น และพืชสีเขียวก็พบเหมือนกัน พืชทั้งหมดที่กล่าวมานั้นไม่มีไวตามิ เอ โดยแท้ แต่มีสารที่จะเปลี่ยนให้เป็นไวตามินเอได้ เมื่อรับประทานเข้าไป และไปถึงตับเซลล์ของตับสามารถเปลี่ยนให้เป็นไวตามินเอ อาหารบางชนิดมีทั้ง ไวตามินเอ และสารที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นไวตามินเอ เช่นน้ำมันตับปลา สูตรของไวตามินเอ คือ $C_{20}H_{30}O$ การขาดไวตามินชนิดนี้ทำให้มีอันตรายแก่ประสาท epithelial tissues คือทำให้เกิดเป็น (๑) น้ำหนักลดลง (๒) เป็นโรคที่เกี่ยวกับตา xeropthalmia หรือเป็นตาอักเสบอาจจะถึงกับตาบอดได้ ถ้าไม่ได้รักษา (๓) เป็นโรคผิวหนังแห้ง (๔) เป็นโรคเกี่ยวกับ epithelial tissues ของปอด ผิวหนัง กระเพาะปัสสาวะ sinuses หู และทางเดินของอาหาร อวัยวะเหล่านี้มีการอักเสบได้ง่าย (๕) ตาบอดในเวลากลางคืน night blindness ซึ่งเป็นผลจากการแข็งตัวของ retina ในโรคนี้อธิบายว่า เมื่อแสงผ่านเข้าตา ไปถึง retina ส่วนที่เรียกว่า visual purples ที่มี

ไวตามินเออยู่จะเสียไป ถ้ายิ่งได้รับประทานไวตามินเอไม่เพียงพอ โลหิตไม่มีไวตามินเอไปเลี้ยงส่วนที่ชำรุดหรือซ่อมแซม visual purples ทำให้เกิดเป็นโรคนี้ การรับประทานอาหารพวกตับจะช่วยได้มาก การที่มีนิ่วในไตเชื่อว่าเนื่องจากมีการขาดไวตามินเอ หรือมีไม่เพียงพอ ไวตามินเอพบมากในน้ำนม เนย ไข่ ผักสีเขียว และเหลือง น้ำมันตับปลาต่าง ๆ และตับ ฯลฯ เท่าที่กล่าวมานี้จะเห็นว่าไวตามินเอมีความสำคัญมากในการรักษาสุขภาพ เพื่อให้แข็งแรง ทั้งช่วยให้มีการต้านทานโรค

ไวตามิน บี มักเป็นไวตามินที่มีหลายอย่างรวมกันอยู่ โดยเหตุนี้บางทีเรียกว่าไวตามิน B complex เพราะมีไวตามินบี หรือ B_1,G หรือ B_2 และ B_6 ไวตามินบี มีในข้าวที่ซ้อมด้วยมือ มันฝรั่ง ไข่ ผักเขียว ฯลฯ มีสูตรเป็น $C_{12}H_{18}N_4SCl_2O$ และที่ทำขึ้นเป็นยาเรียกว่า thiamin ถ้าขาดจะทำให้ร่างกายไม่เจริญเต็มที่และเป็นโรคเหน็บชา

ไวตามิน จี (G) หรือ B_2 หรือ riboflavin เป็นไวตามินที่ทนความร้อนได้ดีกว่า B_1 สูตรว่า $C_{17}H_{20}N_4O_6$ พบมากในนม ตับ ไข่ ปลา ผักเขียว ถ้าขาดไวตามินนี้เคยเข้าใจว่าทำให้เกิดโรค pellagra (ท้องเสีย ท้องเดิน เรื้อรัง มีผื่นที่หลังมือ บางทีอาเจียร ปวดศีรษะ ฯลฯ) แต่เดี๋ยวนี้เชื่อกันว่าการเป็นโรคนี้ต้องขาดไวตามินมากกว่า ๑ อย่าง และอาจจะขาดโปรตีนด้วย

ไวตามิน B_6 สูตร $C_8H_{11}O_3N$ จำเป็นสำหรับความเจริญตามธรรมดาถ้าขาดจะเป็นโรคผิวหนัง dermatitis มีในอาหารชนิดเดียวกับที่มีไวตามิน จี นอกจากไม่มีในไข่ขาว นอกจากนี้มีในเนื้อ ข้าว ปลา นม

ไวตามิน ซี หรือ ascorbic acid สูตร $C_6H_8O_6$ เป็นไวตามินที่ป้องกันโรคลักปิดลักเปิด (scurvy) ทีแรกโรคนี้พบในคนที่ต้องเดินทะเลนาน ๆ และได้รับรายงานจากทหารในกองทัพของรัสเซียและออสเตเรีย เพราะขาดพวกเนื้อสดและผักสด การรักษาให้เร็วก็ต้องใช้น้ำส้มคั้น นอกจากนี้การขาดไวตามินซีทำให้เบื่ออาหาร ถ้ามีโรคแผลของกระดูกหายช้า เส้นโลหิตเปราะ ร่างกายไม่แข็งแรง นอกจากนี้จะช่วยรักษาฟันและเหงือกให้แข็งแรงด้วย พบมากในน้ำผลไม้ (ส้มมะนาว ส้มเกลี้ยง) มันฝรั่ง หัวผักกาด หัวหอม ผักสดและเนื้อสดทั้งหลาย ความร้อน การทำให้แห้งหรือการใส่กรด จะทำให้ไวตามินนี้เสื่อมคุณภาพ

ไวตามินดี ช่วยในการรักษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมและฟอสฟอรัสใน body fluids ให้มีความพอดี เพื่อจะไปช่วยในการเจริญของกระดูก นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยพวกระบบกายใจทำหน้าที่ให้ดี ทั้งช่วยสร้างฟันและป้องกันฟันผุ ถ้าขาดทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน การรักษาโรคที่ขาดไวตามินชะนิดนี้คือให้ตากแสงแดด หรือแสง ultraviolets ที่ทำขึ้น ฯลฯ แสงที่ทำขึ้นหรือแสงที่ได้มาจากแดดโดยตรงนี้ จะช่วยเปลี่ยนสิ่งที่อยู่ที่ต่อมของผิวหนังที่จะกลายเป็นไวตามินดีให้กลายเป็นไวตามินดี แล้วถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกาย ไวตามินนี้พบมากที่สุดในน้ำมันตับปลา ไข่แดง นม เนย ทนความร้อนได้ดีแม้ใช้เครื่องนึ่งที่ทำลายเชื้อ

ไวตามิน อี ป้องกันการเป็นหมันในสัตว์ เช่นหนู มีสูตรเป็น $C_{29}H_{50}O_2$ ละลายในน้ำมัน พบมากที่สุดในผักเขียว ในกล้ามเนื้อ นม เนย มันมีมากในอาหารหลายชะนิด ฉะนั้นจึงไม่เกี่ยวกับการเป็นหมันของคน

ไวตามิน เค เป็นไวตามินที่ป้องกันการตกเลือด ทำให้มีการแข็งตัวของโลหิตตามปกติ โลหิตของสัตว์ทั้งหลายมักจะขาดไวตามินชะนิดนี้ ทำให้มี prothrombin ต่ำและทำให้การแข็งตัวของโลหิตช้า จากการทดลองแสดงว่า bile salts มีความสำคัญที่ช่วยให้ลำไส้มีการดูดซึมพวกไวตามินเค เข้าไปในร่างกายได้ ฉะนั้นในคนไข้ที่เป็นโรคเกี่ยวกับน้ำดี ก็มักจะมี prothrombin ต่ำ ทำให้การแข็งตัวของโลหิตช้ากว่ากำหนด มีการตกเลือดได้ง่าย ไวตามินเคนี้ละลายในน้ำมัน และพบในอาหารหลายชะนิด แต่จะมีในชะนิดไหนมากน้อยเท่าใดนั้นยังไม่รู้แน่

ไวตามิน พี (P) เป็นไวตามินที่ควบคุมการดูดซึม (permeable) ของเส้นโลหิตฝอย มีในอาหารพวกเดียวกับที่มีไวตามิน ซี

สิ่งที่ช่วยชูรสอาหาร มีอาหารหลายชะนิดที่ช่วยกระตุ้นการเจริญอาหาร เพิ่มน้ำย่อยอาหาร อาหารพวกนี้ได้แก่พวกชูรสต่าง ๆ และพวกกระตุ้นให้น้ำลายออกมามากเช่น เกลือ พริก มัสตาด ฯลฯ สิ่งที่กระตุ้นอีกอย่างก็มีน้ำชา กาแฟ โกโก้ น้ำสะกัดเนื้อ และพวกแอลกอฮอล์ พวกน้ำชากาแฟมี caffeine พวกนี้จะไปกระตุ้นที่ไต โดยช่วยขับปัสสาวะออกมาก และกระตุ้นที่ศูนย์กลางประสาททำให้ไม่ง่วงนอน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะความดัน

ของโลหิตสูงขึ้น น้ำชา กาแฟ เพิ่มกำลังงานให้กล้ามเนื้อ และไม่ให้มีการเหนื่อยด้วย ส่วนโกโก้และช็อกโกเลต เป็นอาหารที่น้ำตาลและไขมันและโปรตีนมาก น้ำต้มเนื้อไปกระตุ้นต่อมของกระเพาะอาหารเพื่อขับน้ำย่อยให้มากขึ้น แอลกอฮอล์เป็นพวกที่ดูดซึมได้เร็ว และ oxidized ได้เร็วด้วยและมันไม่เปลี่ยนเป็น glycogen หรือไขมัน ดังนั้นเก็บไว้ในร่างกายไม่ได้ แต่ก็อาจจะทำให้เกิดเป็นโรคอ้วนฉุอยู่ดี ทั้งนี้เพราะ (๑) ถ้าดื่มพอประมาณ จะทำให้มีความหยากอาหาร และรับประทานอาหารได้มาก และ (๒) การ oxidation ของแอลกอฮอล์ทำให้การใช้พวกไขมันและน้ำตาลที่เก็บไว้ในร่างกายได้น้อยลง

วิธีการณ์ของการย่อยอาหาร

โดยทั่ว ๆ ไปพวกสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายต้องการอาหาร อาหารนี้จะมีประโยชน์ต่อร่างกายได้ก็ต่อเมื่อได้มีการย่อย การปรุงและการเตรียมอาหารหลาย ๆ อย่างเป็นการช่วยการย่อยขั้นแรก ดังนั้นเราจึงนับการปรุงอาหารเป็นส่วนหนึ่งของการย่อยอาหาร เพราะอาหารที่เตรียมขึ้นจะน่ารับประทาน กลิ่นและรสก็สามารถกระตุ้นประสาททั้งหลาย ทางตา ทางจมูก ลิ้น และอวัยวะเกี่ยวกับการย่อยอาหาร นอกจากนี้การปรุงช่วยฆ่าเชื้อและพยาธิที่ติดมา ซึ่งจะขัดขวางการย่อยและการดูดซึมของอาหารที่จะเข้าไปเลี้ยงร่างกาย การย่อยอาหารนี้ต้องอาศัยวิธีการณ์ทางการเคลื่อนไหวของอวัยวะที่เกี่ยวกับทางเดินอาหาร (machanical digestion) และวิธีการย่อยทางเคมี (chemical digestion)

ระบบประสาทควบคุมวิธีการย่อยอาหาร ฉะนั้นถ้ามีอารมณ์แรงหรือเคร่งเครียดจะทำให้น้ำย่อยอาหารออกน้อย การย่อยอาหารไม่ดีทำให้ความอยากอาหารหยุดไป รับประทานอาหารได้น้อย และในทางตรงข้ามถ้าอารมณ์เฉย ๆ หรืออารมณ์ดี จะทำให้รับประทานอาหารได้มาก

การย่อยที่ต้องอาศัยกำลังการเคลื่อนไหวของอวัยวะต่าง ๆ (machanical digest) ซึ่งเป็นขั้นแรกที่จะมีการย่อยโดยเกี่ยวข้องกับวิธีการณ์ทางเคมี (อาศัยน้ำย่อย) การย่อยนี้หมายถึงการรับอาหารเข้าไปและให้มันผ่านไปตามอวัยวะแห่งการย่อย โดยมีเวลาเร็วพอที่จะให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือคลุกเคล้า และย่อยโดยน้ำย่อยภายในอวัยวะแต่ละส่วน และยังทำให้อาหารลื่นโดยขับพวก mucin และน้ำที่ขับจากต่อมของอวัยวะต่าง ๆ

ทำให้อาหารเหลวและละเอียด โดยอาหารได้คลุกเคล้ากับน้ำย่อยได้เต็มที่

การย่อยนี้ประกอบไปด้วย

(๑) การเคี้ยว

(๒) การกลืน

(๓) การเคลื่อนไหวของ esophagus ที่บีบตัวเป็นคลื่น

(๔) การเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหาร

(๕) การเคลื่อนไหวของลำไส้

(๖) การถ่ายอุจจาระ

การย่อยที่เป็นวิธีทางเคมี (chemical digestion) ที่สำคัญคือวิธี hydrolysis ที่อาศัย enzymes Hydrolysis เป็นวิธีการที่แยกแยะอนูของอาหารออกซ้ำ ๆ กัน ๒ ครั้ง ทั้งนี้ต้องอาศัยน้ำช่วยด้วย ตัวอย่างเช่น การแยกแป้งให้เป็น maltose และแยก maltose ให้เป็น glucose หรือ fructose

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

ความสำคัญของวิธีการย่อยทางเคมี เพราะตามธรรมดาอาหารที่รับประทานเข้าไปถ้าไม่ย่อยจะไม่สามารถซึมผ่านผนังของเส้นโลหิตหรือเส้นน้ำเหลืองเข้าไปเลี้ยงร่างกายได้ ดังนั้นจึงต้องให้ละเอียดลง มี molecule ที่เล็กที่สุดที่จะดูดซึมได้ เช่น (๑) พวก glucose ที่ได้มาจากอาหารพวกคาร์โบไฮเดรท (๒) พวก glycerine และ fatty acid ที่ได้มาจากอาหารพวกแป้ง (๓) พวก amino acids ที่ได้มาจากอาหารพวกโปรตีน

สิ่งที่ทำให้เกิดการย่อยทางเคมี วิธีการย่อยทางเคมีก็เหมือนกับวิธีแรกที่กล่าวมาแล้ว คือแบ่งออกเป็นหลายชั้น การใส่กรดลงไปในอาหาร ใส่ด่างหรือใช้ความร้อนจะทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลง เพราะฉะนั้นอาหารที่เข้าไปในกระเพาะถึงแม้จะอยู่ในอุณหภูมิตามปกติ แต่ก็มี enzymes อยู่ในน้ำย่อย ที่ช่วยทำให้หน้าเป็น catalyst

การแบ่งชนิดและการเรียกชื่อ enzymes โดยมากชื่อมาจากสารที่มันไปช่วยย่อยแล้วเติมคำว่า ase ลงข้างท้าย เช่นพวกที่ช่วยย่อยพวกแป้งชื่อ amylases ช่วยย่อยไขมันชื่อ lipases และย่อยโปรตีนชื่อ proteinases

กรมศิลปากร

การเปลี่ยนแปลงของอาหารที่อยู่ในปาก

การเคี้ยว (mastication) เมื่ออาหารที่รับประทานเข้าไปเป็นอาหารแข็ง ฟันจะทำหน้าที่กัดและบดอาหารให้เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ทั้งนี้จะมีการเคลื่อนไหวของลิ้น และการหดตัวของกล้ามเนื้อของแก้มช่วย จนอาหารจะแหลกละเอียดดี

การคลุกเคล้ากับน้ำลาย ตลอดเวลาที่มีการย่อยอาหารจะมีน้ำลายออกมามาก เพื่อคลุกเคล้าอาหารทำให้อาหารชื้นชุ่มชื้นและทำให้อ่อนมารวมกันเป็นก้อน ซึ่งพร้อมที่จะกลืน

การขับน้ำลาย เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงต่อมน้ำลายมาจากแขนงทั้ง ๒ พวกของ autonomic system ซึ่งมีพวกที่ช่วยขับและควบคุมการหดตัวและขยายตัวของเส้นโลหิต ฉะนั้นเมื่อเห็นหรือได้กลิ่นของอาหาร (๑) จะทำให้เกิดการขยายตัวของเส้นโลหิต ทำให้ต่อมขยายและมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (๒) จะขับสิ่งที่เป็นน้ำ ๆ ออกมาเรียกน้ำลาย พวกนี้เป็นการทำงานของ cranial nerve ส่วนเส้นประสาทที่มาจาก thoraco-lumbar nerve ทำให้เส้นโลหิตหดตัว เมื่อถูกอาหารที่อยู่ในปากกระตุ้น ทั้งนี้เพราะ (๑) การหดตัวของเส้นโลหิตทำให้น้ำลายออกน้อยและข้น ตามปกติการไหลของน้ำลายเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นที่ secretory nerve โดยกระตุ้นที่ taste buds ที่อยู่ที่ลิ้นทางเปิดของคอและ esophagus และแก้มจะช่วยให้น้ำลายออกมาก โดยเฉพาะเมื่ออาหารในปากไปกระตุ้นมัน

น้ำลาย (saliva) น้ำลายขับโดยต่อมน้ำลาย (salivary glands) ซึ่งมีชื่อ parotids, submaxillary, sublingual glands และต่อมเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากมายที่อยู่ในเยื่อที่บุช่องปาก ต่อมพวกนี้เรียกว่า buccal glands

น้ำลายประกอบไปด้วยน้ำ ๙๙.๕ % มีสารพวกโปรตีน mucin เกลือพวกอนินทรีย์ และมีความถ่วงจำเพาะประมาณ ๑.๐๐๕ มีฤทธิ์เป็นกลาง (ประมาณ ๖.๔–๗.๐) น้ำลายที่ขับออกวันหนึ่ง ๆ ประมาณ ๑–๑.๕ ลิตร และครึ่งหนึ่งของสารที่มีอยู่ในน้ำของน้ำลายเป็นเกลืออนินทรีย์ที่อยู่ในรูปของสารละลายโดยมากเป็นพวก คลอไรด์ คาร์บอเนต ฟอสเฟต ไนโตรเจน แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส และสารอื่นเป็นสารพวกอินทรีย์ (มาจากสิ่งที่มีชีวิต) เช่นพวก mucin, salivary amylases, serum, albumin, globulin, และ urea ฯลฯ พวกแคลเซี่ยมคาร์บอเนต และฟอสเฟตที่รวมอยู่กับสารพวกอินทรีย์อาจเกาะอยู่กับฟัน โดย

เฉพาะตอนที่น้ำลายมีฤทธิ์เป็นด่างและมี mucin มากหรืออาจจะติดอยู่ตามท่อของน้ำลายได้

หน้าที่ของน้ำลาย ช่วยในการเคี้ยวและการกลืน คือทำให้อาหารนิ่มและชุ่มชื้นให้ mucin ไปเกาะอาหารทำให้อาหารลื่นผ่านไปตามหลอดอาหารได้ง่าย นอกจากนี้ช่วยละลายอาหารที่แห้งและแข็ง เป็นการทำงานขั้นแรกที่จะกระตุ้น taste buds เพื่อให้มีการขับน้ำย่อยในกระเพาะต่อไป และพวก salivary amylases ที่มีอยู่ข้างในไปย่อยพวกแป้ง ทั้งช่วยรักษาระดับน้ำของร่างกายให้พอดี ถ้ามีน้ำน้อยกว่าปกติเยื่อในปากและคอจะแห้ง ทำให้มีการกระหายน้ำ ต้องดื่มน้ำเพื่อบันเทาการขาดน้ำในร่างกาย

Salivary amylase ช่วยเปลี่ยนแป้งให้เป็น dextrin และ maltose การเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิปกติ และในสารละลายที่เป็นกลาง ส่วนในน้ำลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดทำให้มีการย่อยช้า อาหารพวกแป้งที่สุกแล้วย่อยง่ายกว่าเมื่อเป็นแป้งดิบ แต่อาหารจะต้องอยู่ในปากนานพอที่จะมีการย่อยด้วยน้ำลายก่อนที่จะไปย่อยในกระเพาะอาหาร

การกลืนแบ่งออกเป็น ๓ ระยะ ระยะแรกคือตอนที่อาหารเคี้ยวละเอียด และคลุกเคล้ากับน้ำลายแล้วผ่านช่องที่อยู่ระหว่างปากกับช่องคอตลอดระยะนี้ ทางเดินของอากาศที่ติดต่อกับ larynx จะปิดลง ระยะที่ ๒ อาหารจะค่อย ๆ ผ่าน pharynx ระยะ ๓ อาหารจะผ่าน esophagus และเลื่อนไปตาม esophagus โดยการบีบตัวเป็นคลื่นของมัน อาหารจากปากลงถึงกระเพาะกินเวลานาน ๔—๘ วินาที ครึ่งหนึ่งของเวลาที่ว่านี้อาหารจะลงไปแค่ esophagus และอีกครึ่งหนึ่งจะผ่านลงสู่ทางเข้าของกระเพาะอาหาร อาหารที่เหลวหรือค่อนข้างเหลวจะผ่านจาก esophagus ถึงปลายล่างของมันกินเวลา ๐.๑ วินาที อาจจะลงไปในกระเพาะทันที หรืออยู่ในนั้นเพียงครู่หนึ่งแล้วแต่กล้ามเนื้อหูรูดที่อยู่ที่ปลายบนของช่องเปิดของกระเพาะอาหาร ถ้ากระเพาะว่างกล้ามเนื้อนี้จะหย่อนตัว อาหารผ่านลงเร็ว ในเวลาที่กำลังรับประทานอาหารมันจะมีการเกร็งตัว และเมื่อมีการย่อยอาหารมันจะยิ่งเกร็งตัวมากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากอาหารเหลวที่ลงไปในกระเพาะมีฤทธิ์เป็นกรด

การอาเจียร (vomiting) เกิดขึ้นโดยมีการกระตุ้นที่ศูนย์กลางประสาทใน medulla การกระตุ้นนี้ แล้วแต่ลักษณะและความเป็นกรดของ tissue fluid ที่อยู่ในศูนย์กลางประ-

ดำทหรือของกระแสร์ประสาทที่มาจากที่อื่น ตามธรรมดาภาวะของการหดตัวของ cardiac sphincter ป้องกันไม่ให้อาหารที่รับประทานเข้าไปไหลกลับออกมา แต่การหดตัวเกร็งของกล้ามเนื้อท้อง หรือถ้ากระบังลมช่วยดันลง กดอาหารที่อยู่ในกระเพาะขึ้นไปทางข้างบนจะทำให้เกิดการอาเจียรขึ้นได้ ตามธรรมดามักจะมีการคลื่นไส้และการไหลของน้ำลายผิดปกติ มีการระคายเคืองที่คอ หรือเพราะสิ่งที่อยู่ในกระเพาะอาหาร duodenum หรือเพราะมีความเจ็บปวดอาการของโรคหัวใจ อารมย์บางชะนิด เช่นกลัว กังวล สะอิดสะเอียน ฯลฯ

การเปลี่ยนแปลงของอาหารในกระเพาะ

อาหารที่เข้าสู่กระเพาะช้า เพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อหูรูด (sphincter) ที่อยู่ที่ช่องเปิดทั้ง ๒ ของภายในกระเพาะจะขยายตามขนาดของอาหารที่บรรจุอยู่ ซึ่งหมายความว่า ถ้าไม่มีอาหารข้างในมันจะหดตัว

ภายหลังที่อาหารเข้าสู่กระเพาะ ๒—๓ นาที ตรงกลางของกระเพาะจะเริ่มหดตัวเล็กน้อย และค่อย ๆ บีบตัวเลื่อนไปทางด้าน pylorus ซึ่งเป็นการหดตัวตามธรรมดา และที่ pylorus จะหดตัวแรงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีการย่อย จากการบีบตัวของมันนี้ อาหารที่อยู่ตรงกลางและ pylorus จะเละและถูกผสมกับกรดที่อยู่ในน้ำย่อยของกระเพาะ เลยทำให้มันถูกย่อยลงไปอีกที่เรียกว่า chyme และเมื่อ pyloric sphincter คลายตัวคลื่นของการหดตัวจะดันอาหารที่ย่อยมากแล้วนี้ลงไปใน duodenum ทางบริเวณ fundus ของกระเพาะจะหดตัวได้น้อย แต่เป็นที่เก็บอาหารได้ดี ภายในมีความดันเล็กน้อย เมื่อกล้ามเนื้ออยู่ในขั้นที่มี tone และเมื่อไม่มีการเคลื่อนไหวในส่วนนี้ของกระเพาะอาหารที่อยู่ข้างในมันจะไม่ถูกรบกวนเลยกินเวลาเป็นชั่วโมง ๆ ดังนั้นจึงคลุกเคล้ากับน้ำย่อยได้ไม่ดี น้ำย่อยก็ได้แต่ซึม ๆ เข้าไปจากส่วนริม ดังนั้นน้ำลายที่ติดมากับอาหารจึงมีโอกาศย่อยต่อไป แต่เมื่อ chyme ผ่านลงสู่ duodenum ความดันที่ fundus จะไล่อาหารลงสู่ pylorus เพื่อให้ย่อยได้ดีขึ้น

(รูปที่ ๒๓๑)

(กระเพาะอาหารแสดงอาหารที่เข้าไปในระยะต่าง ๆ)

กรมศิลปากร

อาหารจะอยู่ในกระเพาะนานเท่าไร คำตอบนั้นแล้วแต่ชนิดของอาหารที่รับประทานเข้าไป ถ้ากระเพาะอาหารว่างและรับประทานพวกอาหารเหลว อาหารจะผ่านลงไปสู่ pylorus ทันที ถ้ารับประทานอาหารว่างเล็กน้อยอาหารจะอยู่ในกระเพาะ ๑–๒ ช.ม. แต่ถ้ารับประทานในมื้อหนึ่ง ๆ ตามธรรมดาอาจจะอยู่ได้นานถึง ๓–๔ ๑/๒ ชั่วโมง ตลอดเวลาที่มีการย่อยอาหารในกระเพาะ chyme จะผ่านออกจาก pylorus เป็นระยะ ๆ จะมากหรือน้อยก็ต้องแล้วแต่ว่ากระเพาะบีบตัวแรงหรือไม่ และก็แล้วแต่ชนิดของ chyme ด้วย การทำงานของกล้ามเนื้อของกระเพาะก็มีการแตกต่างกันบ้าง ถ้าอาหารแข็งผ่านลงไปสู่ pylorus จะทำให้ช่องเปิดของมันปิด แต่ถ้าอาหารที่ย่อยค่อนข้างละเอียดแล้วลงไปสู่มันและมีฤทธิ์เป็นกรดจะทำให้ช่องเปิดของมันเปิดออก ส่วนในลำไส้เล็กตรงข้ามกัน เมื่อ chyme เข้าไปข้างในลำไส้เล็กแล้วจะทำให้ spnincter ที่ติดต่อกับกระเพาะปิดจนกว่าจะมีการหดตัวเป็นคลื่น อันต่อไปมาถึงมันจึงจะเปิดรับ chyme อีก การขับน้ำย่อยของกระเพาะจะเกิดขึ้นโดยสม่ำเสมอแม้แต่เวลาที่ไม่ได้รับประทานอาหาร จะมีน้ำย่อยเป็นจำนวนเล็กน้อยออกมาอยู่เสมอ แต่เวลาที่มีการย่อยน้ำย่อยจะถูกขับออกมากขึ้น

เมื่อมีการรับประทานอาหารตามธรรมดา น้ำย่อยเพิ่มขึ้นเนื่องจากกลิ่น และรสของอาหาร ไปกระตุ้นปลายประสาทที่รับรสและกลิ่นที่อยู่ที่อยู่ที่ปากและจมูก ทำให้การย่อยภายในกระเพาะจะเริ่มขึ้น อาหารบางชนิดเช่นน้ำสะกัดเนื้อมีสารชนิดหนึ่งที่เรียก secretagogeus หรือฮอร์โมน ที่จะไปกระตุ้นประสาทที่อยู่ที่เยื่อบุของ pylorus ให้ขับสารชนิดหนึ่งเรียกว่า gastrin และสารชนิดหลังนี้จะถูกดูดซึมเข้าไปในกระแสโลหิต และนำไปยังต่อมต่าง ๆ ของกระเพาะอาหาร ไปกระตุ้นให้มันขับน้ำย่อย อาหารอย่างอื่น เช่น นม ขนมปัง ไข่ขาว ที่ไม่มีสารชนิดนี้ต้องอาศัยประสาททางจมูก ตา ปาก รับกลิ่นและรสเพื่อไปกระตุ้นต่อมของกระเพาะอาหารให้ขับน้ำย่อยออกเพิ่มขึ้น ฮอร์โมนของลำไส้เล็ก เช่น enterogastrone จึงเป็นการเร่งน้ำย่อยทางอ้อม

น้ำย่อยของกระเพาะขับโดยต่อมของกระเพาะที่เรียกว่า gastric glands ที่อยู่ในเยื่อบุของกระเพาะอาหาร น้ำย่อยของกระเพาะนี้เป็นของเหลวใส เกือบไม่มีสีหรือไม่มีสีเสียเลย มีฤทธิ์เป็นกรด (ประมาณ ๐.๙–๑.๗) มีความถ่วงจำเพาะ ๑.๐๐๓–๑.๐๐๗ แต่จำนวนแล้วแต่จำนวนและชนิดของอาหารที่จะย่อย น้ำย่อยอาหารเฉลี่ยแล้ววันหนึ่งขับออกประมาณ ๑.๕–๒.๕ ลิตร จากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า มีโปรตีนเกลือพวกอนินทรีย์ และที่สำคัญ

(รูปที่ ๒๓๒)

(แสดงการบีบตัวของกระเพาะ เป็นคลื่น ๆ ๑ ๒ ๓ และ ๔ แสดงทางของมันที่เคลื่อนไป)

ที่สุดคือมีกรดเกลือ (hydrochloric) และ enzymes ๒-๓ อย่างเช่น pepsin, rennin และ gastric lipases

กรดเกลือ (HCl) เชื่อว่าขับออกมาโดย parietal cells ของ gastric glands โดยเอาเกลือพวกคลอไรด์ (Cl) มาจากโลหิต เพราะในโลหิตมีเกลือคลอไรด์ที่สำคัญคือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และบางทีมันก็แยกกันอยู่ เป็น Na และ Cl และ Cl จะมารวมกับ H เป็นกรดเกลือ (HCl) ที่ขับออกมาในน้ำย่อย ซึ่งมีประมาณ ๐.๕% กรดนี้ช่วยให้ pepsinogen ทำงานได้ดี โดยเปลี่ยนเป็น pepsin การที่ทำให้อาหารที่ไปผสมมีฤทธิ์เป็นกรดก็เป็นการช่วย pepsin ทำงานได้ผลเต็มที่ นอกจากนี้ทำให้ใยของ protein ที่ได้มาจากอาหารเนื้อพองตัว และ pepsin จะเข้าไปทำการย่อยได้ง่ายขึ้นทั้งช่วยในการเปลี่ยนน้ำตาลอ้อย ให้เป็นอณูที่เล็กที่สุด ในขณะเดียวกันก็ช่วยทำลายเชื้อที่เข้าไปในกระเพาะอาหาร ถ้ากรดนี้มีมากเกินไปจะทำให้เป็น hyperacidity ของน้ำย่อยกระเพาะอาหาร ทำให้เกิดกระเพาะอาหารอักเสบ (gastritis) หรือเป็นแผลภายในกระเพาะอาหารที่เรียก peptic ulcer ได้ แต่ถ้าตรงข้ามคือมีน้อยเกินไป จะทำให้เกิด hypoacidity ซึ่งมักจะพบในโรคที่มีโลหิตจางร้ายแรงและในโรคมะเร็ง

(รูปที่ ๒๓๓)

(รูปผลึกของ pepsin)

Pepsin ทำมาจากพวก pyloric glands หรือต่อมที่อยู่ที่ pylorus ของกระเพาะอาหารและ central cells ของ gastric glands เมื่อขับออกมาในเซลล์เหล่านี้อยู่ในรูปของ zymogen คือเป็นพวก pepsinogen ซึ่งเป็นสารที่ยังไม่พร้อมที่จะทำงานได้ แต่จะเปลี่ยนเป็น pepsin ได้เร็วเมื่อมีกรดเกลือ แล้วเริ่มทำงานทันที

pepsin เป็น enzymes ที่ย่อยพวกโปรตีน มันเป็นพวกที่อ่อนฤทธิ์จึงต้องอาศัยกรดที่อยู่ในอาหารที่มันจะย่อยช่วย จึงทำงานได้ดีขึ้น มันสามารถจะย่อยโปรตีนตามระยะต่างๆ จากโปรตีนเป็น proteoses และ peptone ซึ่งยังดูดซึมเข้าไปเลี้ยงร่างกายยังไม่ได้ ต้องอาศัยน้ำย่อยของลำไส้เล็กที่เรียก trypsin และ erepsin ช่วยย่อยอีกทีหนึ่งก่อน จนเป็น amino acids จึงจะถูกดูดซึมเข้าไปเลี้ยงร่างกาย

Rennin ทำมาจาก central cells ของ gastric glands ที่แรกทำออกมาเป็น prorennin ทีหลังเปลี่ยนเป็น rennin Enzymes ชนิดนี้จะย่อยโปรตีนของนม คือพวก casein โดยเปลี่ยนให้เป็น paracasein ซึ่งมีปฏิกริยากับพวกแคลเซี่ยม ทำให้เกิดเป็น curd (น้ำนมเมื่อเป็นก้อน) ขึ้น แล้วถูก pepsin และ trypsin ย่อยจนถึงสุดท้ายของมัน

สรุป กระเพาะเป็นที่เก็บอาหารชั่วคราว แล้วค่อยๆ ส่งให้ลำไส้เล็ก เป็นที่ๆ มีการย่อยของน้ำลายกับพวกแป้งที่ติดมาจากปากต่อไป และเป็นที่เริ่มมีการย่อยของ โปรตีน ไขมัน ช่วยในการฆ่าเชื้อ และเมื่ออาหารอยู่ใน pylorus จะถูกผสมกับพวกกรดของน้ำย่อยของกระเพาะ

การย่อยในกระเพาะอาหารจะหยุดไปได้ ถ้ามีการกระตุ้นที่ thoracolumbar system เช่นมีการโกรธ เจ็บ กังวล และอาหารไม่ถูกปาก ซึ่งจะทำให้การย่อยอาหารเป็นไปอย่างช้า นอกจากนี้การออกกำลังทันทีหลังอาหาร จะทำให้น้ำย่อยออกน้อย เพราะการออกกำลังจะเพิ่มโลหิตไปเลี้ยงที่ skeletal muscles ฉะนั้นโลหิตที่ไปยังกระเพาะจึงลดลง เพราะฉะนั้นการย่อยจึงช้า เป็นโอกาสที่แบคทีเรียที่มีอยู่ในอาหารในกระเพาะ จะทำให้มีการเน่าเปื่อยของพวกน้ำตาลขึ้น จึงทำให้เกิดแกสและแน่นท้อง

การเปลี่ยนแปลงของอาหารในลำไส้เล็ก

Chyme ที่เข้าสู่ duodenum ตามธรรมดาเป็นอาหารเหลว ไม่มีอาหารที่เป็นก้อน

ปนและมีฤทธิ์เป็นกรด คือมีทั้งกรด เกลือ (HCl) กรด lactic และที่เกิดจากการที่อาหารถูกหมักอยู่ในกระเพาะ แต่ก็มีอาหารส่วนใหญ่ที่ไม่ได้ย่อย โปรตีนก็ย่อยจากกระเพาะบางส่วน และพวกแป้งก็ต้องย่อยต่อจากกระเพาะ ไขมันจะถูกย่อยให้เหลวผสมไปกับอาหารอื่น แต่มันไม่สามารถจะแยกตัวได้เอง ถ้ารับประทานนม นมจะเปลี่ยนเป็น curd และถูกละลายซ้ำอีก ในลำไส้เล็กจะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด เพราะมีน้ำย่อยของมันที่ชื่อ succus entericus ช่วย และมีการเคลื่อนไหวของลำไส้เล็ก นอกจากนี้มีน้ำย่อยจากตับอ่อนและน้ำดี

(รูปที่ ๒๓๘)

(ลำไส้เล็กที่มีการหดตัวเป็นระยะ ๆ เส้นตรงที่ขีดลงเปรียบเทียบแสดงว่าที่แห่งเดียวกันแต่อยู่ในระยะการหดตัวต่างกัน)

จะได้อธิบายถึง secretion และน้ำย่อยเหล่านี้แต่ละชนิด ว่ามีหน้าที่อย่างไรบ้าง แต่ต้องจำไว้ว่าทุก ๆ ชนิดมันต้องทำงานพร้อม ๆ กันไป

การเคลื่อนไหวของลำไส้เล็กมีอยู่ ๓ อย่าง คือ

(๑) peristalsis หมายถึงคลื่นของการขยายตัวที่มาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เรียงตัวตามยาวก่อน แล้วจะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เรียงตามขวาง จุดประสงค์ก็เพื่อจะให้อาหารผ่านไปอย่างช้า ๆ

(๒) การเคลื่อนไหวแบบ rhythmical เป็นการบีบตัวของผนังของลำไส้เล็กที่เกิดขึ้นที่เดิมเป็นระยะ ๆ มักเกิดขึ้นที่มีก้อนอาหารไปจุกอยู่การบีบตัวของมันทำให้อาหารนั้นถูกแยกออกจากกันเป็นส่วน ๆ จากก้อนที่ใหญ่จะเล็กลงเรื่อย ๆ เพราะการบีบตัวของมันซ้ำอยู่ที่เดิม จนในที่สุดอาหารกระจายออกเป็นก้อนเล็ก ๆ ทั้งนี้เพื่อให้อาหารได้สัมผัสกับเยื่อบุภายในลำไส้ และผสมกับน้ำย่อยได้ทั่วถึงกัน

(๓) การเคลื่อนไหวแบบ pendular คือการบีบตัวกลับไปกลับมา แต่เกิดขึ้นในบริเวณนั้น ๆ คือเป็นการเลื่อน chyme ไป ๆ มา ๆ ในลำไส้เล็ก

การบีบตัวของลำไส้เล็ก ทำให้มีโลหิตมาสู่ลำไส้มาก น้ำย่อยของลำไส้เล็กจึงออกมากขึ้น และทำการดูดซึมอาหารได้เร็วขึ้น

น้ำย่อยของตับอ่อน (pancreatic fluids) การขับน้ำย่อยของตับอ่อน เหมือนกับของกระเพาะ คือแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน (๑) ขับโดยพวกประสาทที่เรียก secretory fibers ใน vagus และ splanchnic nerve (๒) โดยอาศัยสารประกอบทางเคมีที่เรียกว่าฮอร์โมนคือพวกน้ำย่อยที่เกิดจากเหตุ ๒ ประการคือ กรดของน้ำย่อยของกระเพาะ ที่ไปถึง duodenum ทำให้เกิด secretin แล้ว secretin จะถูกดูดซึมเข้าไปในโลหิตไปยังตับอ่อน กระตุ้นตับอ่อนให้ขับน้ำย่อย อีกอย่างหนึ่งเพราะ secretin มีอยู่ในเยื่อบุของ duodenum (หรือ jejunum) และเมื่อมีการย่อยอาหาร น้ำคืเข้าสู่ลำไส้เล็ก secretin จะถูกขับออกมา และถูกดูดซึมไปในโลหิต ไปยังตับอ่อน กระตุ้นให้ขับน้ำย่อย มีผู้ให้คำอธิบายว่าน้ำย่อยเกิดเพราะเหตุ ๒ อย่าง (๑) ประสาทที่ควบคุมตับอ่อนในการขับน้ำย่อย ตั้งแต่ระยะแรกที่มีการย่อยในลำไส้เล็ก (๒) เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี คือพวกฮอร์โมน จะทำให้มันไหลออกมาเมื่ออาหารในกระเพาะไหลลงสู่ duodenum น้ำย่อยที่ขับโดยการควบคุมของประสาทจะเหนียวมี enzymes และโปรตีนมาก trypsin ทำงานได้ดี ส่วนน้ำย่อยที่เกิดจากสารเคมีมากระตุ้นนั้นจะใสกว่าและเหลว มี enzymes และโปรตีนน้อย และมีฤทธิ์เป็นด่าง มี enzymes ที่ช่วยย่อยโปรตีนคาร์โบไฮเดรท และไขมัน ๓ พวกคือ trypsin, amylases และ lipases

(รูปที่ ๒๓๕)

(ผลึกของ trypsin)

หอสมุดแห่งชาติ กรมศิลปากร

Trypsin เป็น enzymes ที่ช่วยย่อยโปรตีน เมื่ออยู่ในภาวะที่มันชอบจะทำงานได้ดี คือจะช่วยย่อยโปรตีนขั้นสุดท้ายจนเป็น amino acid ทีแรกที่ขับออกมาเป็น trypsinogen ยังย่อยโปรตีนไม่ได้ แต่เมื่อมี enzymes ของลำไส้เล็กที่ชื่อ enterokinase มันจะเปลี่ยนเป็น trypsin

Amylases ทำหน้าที่คล้าย ๆ กับ ptyaline คือย่อยแป้งเป็น maltose ต่อไปจะมี maltase ของน้ำย่อยในลำไส้เล็กย่อยให้เป็น glucose

Lipases จะย่อยไขมันให้เป็น glycerine และ fatty acid ทีแรกไขมันจะถูกน้ำดีผสมเป็น emusified fat ก่อน emulsification ทำให้ไขมันละเอียด และผสมกับ lipase ได้ดีขึ้น เป็น glycerine และ amino acids ถูก epithelial cell ของลำไส้เล็กดูดซึมเข้าไป เคยมีผู้คิดว่า fatty acid นั้นจะถูกผสมกับน้ำดีก่อน จึงจะถูกดูดซึมเข้าไป และภายหลังของการดูดซึม glycerine และ fatty acid จะมารวมกันในส่วนจำกัด กลายเป็นไขมันเกาะอยู่ตามร่างกาย ปฏิกริยาการทำงานของ lipases นั้นเป็นปฏิกริยากลับ คือกลับไปมาได้เช่นย่อยไขมัน

และทำให้เป็นสารใหม่ และกลับเป็นไขมันอีกได้ แล้วไปเกาะอยู่ตาม tissues ทั่ว ๆ ไป ไม่เฉพาะแต่ในลำไส้เล็ก การทำงานของมันเกิดขึ้นตลอดเวลาที่ร่างกายมี metabolism หรือการเก็บไขมันไว้ในร่างกาย Lipases นี้จะพบในโลหิตใน tissues อื่น ๆ ด้วย

Succus entericus เป็นน้ำย่อยของลำไส้เล็ก มีลักษณะเหลว ใส สีเหลือง มีฤทธิ์เป็นด่าง ขับออกมาจากผนังของลำไส้เล็ก มี enzymes ๔–๕ อย่างที่ช่วยในการย่อยอาหาร

(๑) Enterokinases ช่วยในการทำงานของ trypsin ที่ได้จากน้ำย่อยของตับอ่อน และ erepsin ซึ่งเป็น enzymes ที่ย่อย peptides amino acids

(๒) Hydrolyzing enzymes ช่วยย่อย disaccharides เป็น monosaccharides คือทีแรกเป็น maltose และ dextrin ก่อนแล้วจะถูก maltase ย่อยให้เป็น glucose Invertase หรือ sucrase ย่อย sucrose ให้เป็น glucose และ fructose Lactase ย่อย lactose ให้เป็น glucose การย่อยนี้เป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะ disaccharides นั้น tissues ไม่สามารถนำไปใช้ได้ อาจจะถูกถ่ายออกทางปัสสาวะ

(๓) Nuclease อยู่ในน้ำย่อยของลำไส้เล็ก มันช่วยย่อย neucleic acid ที่เป็นส่วนประกอบของ neucleoprotein

(๔) Secretin ไม่ใช่ enzymes แต่เป็นฮอร์โมนที่เกิดจากเยื่อบุลำไส้เล็กเมื่ออยู่ในอาหารที่เป็นกรด และน้ำดีจะถูกดูดซึมเข้าไปในโลหิตและนำไปยังตับอ่อน ทำให้มีการไหลของน้ำย่อยของตับอ่อน

น้ำดี เกิดขึ้นจากตับ มีฤทธิ์เป็นด่าง pH ๖.๙–๗.๗ ความถ่วงจำเพาะประมาณ ๑.๐๑๐–๑.๐๕๐ ขับออกมาวันหนึ่งประมาณ ๕๐๐–๙๐๐ ซีซี ตามธรรมดาจะมีสีเหลือง หรือสีน้ำตาลปนเหลือง หรือเหลืองปนเขียว ประกอบด้วยน้ำ bile pigment, bile acid, bile salt cholesterol, lecithin และ neutral fat Bile salts

เมื่อเข้าสู่ duodenum มันจะถูกดูดซึมเข้าไป และเมื่อถึงตับมันจะกลับออกมาเป็นน้ำดีอีก การที่น้ำดีมีการไหลเวียนกันดังนี้ จะเห็นว่ามันต้องทำหน้าที่ซ้ำแล้วซ้ำอีก นอกจากนี้เยื่อบุท่อน้ำดี และถุงน้ำดีจะขับ mucin ที่คล้ายโปรตีน และ mucin อื่น ๆ ปนออกมากับน้ำดีอีกด้วย

น้ำดีจะถูกขับออกมาเรื่อย ๆ แต่จำนวนของมันจะแตกต่างกัน แล้วแต่โลหิตไหลไปสู่ตับมากหรือน้อย น้ำดีจะเข้าสู่ duodenum ก็ต่อเมื่อมีการย่อยอาหารเท่านั้น นอกจากนี้เข้าไม่ได้เพราะกล้ามเนื้อหูรูดที่อยู่ที่ปากช่องเปิดของ common bile duct จะปิดอยู่เสมอ แต่เมื่อมี chyme ไหลลงสู่ duodenum จะกระตุ้นให้ถุงน้ำดีหดตัว และกล้ามเนื้อหูรูดนั้นจะเปิดออก น้ำดีจะไหลเข้าไปใน duodenum ได้ หน้าที่ของน้ำดีแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

(๑) Bile salts ช่วยในการทำงานของ lipase น้ำดีผสมกับน้ำย่อยของตับอ่อน จะย่อยไขมันได้ดีกว่าน้ำย่อยตับอ่อนทำงานตามลำพังมันเอง และ bile acids จะช่วย lipase ทำงานด้วย ทั้งช่วยในการดูดซึมของ fatty acids

(๒) น้ำดีเป็นสิ่งที่ต้องขับออกนอกร่างกาย เพราะมันรวมสิ่งที่เป็นพิษต่อร่างกายพวกเหล็ก cholestero ฯลฯ เซลล์ของตับจะขับ bile pigment ออกจากโลหิต เหมือนกับไตขับ urea ออกมา cholesterol ของน้ำดีทำมาจากเซลล์ที่ตายตัวแล้ว

(๓) น้ำดีทำหน้าที่เหมือนยาฆ่าเชื้อ เพราะส่วนมากของอาหารที่มีการเน่าเปื่อยในลำไส้เพราะไม่มีน้ำดีไปผสมด้วย ถ้ามีน้ำดี ๆ จะช่วยฆ่าเชื้อที่ติดมากับอาหาร ป้องกันการเน่าเปื่อย (putrefaction) ที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่ออาหารต้องถูกกักอยู่ในลำไส้นานก็ได้

นิ่วในถุงน้ำดี (gall stone) เกิดเพราะอาจจะมี cholesterol ในถุงน้ำดีเข้มข้นมากก็ได้จนตกผลึกแข็งเกิดเป็นนิ่วได้ นอกจากนี้ก็มีสาเหตุอื่นอีก แล้วก้อนนิ่วนี้มักจะลงไปอุดท่อน้ำดีที่ออกมาจากถุงน้ำดี (cystic duct) และ common bile duct ทำให้คนไข้รู้สึกเจ็บปวดมาก นิ่วนี้อาจจะปิดท่อน้ำดีเลยก็ได้ ทำให้เกิดโรคดีซ่านขึ้น

ดีซ่าน หรือโรค jaundice เกิดจากมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งไปอุดท่อน้ำดี น้ำดีระบายออกไม่ได้ จะถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นโลหิต ไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ตัวจะเหลือง ตาเหลืองที่เรียกว่าคนดีซ่าน ปัสสาวะที่ขับออกมาจะมีสีเหลืองแก่ เพราะ bile pigment ถูกขับออกมาก แต่ส่วนอุจจาระจะมีสีเทา เพราะไม่มีน้ำดีผสมอยู่เลย

หน้าที่ของพวกแบคทีเรียในลำไส้เล็ก การเน่าเปื่อย (ferment) ของพวกคาร์โบไฮเดรทที่อยู่ในลำไส้ทำให้เกิดอินทรีย์เช่นพวกกรด lactic แต่เป็นกรดที่ไม่มีพิษ แต่ถ้ามีการ

เน่าเปื่อยของพวกโปรตีน (putrefaction) จะทำให้มีพิษเกิดขึ้น การเน่าเปื่อยของพวกโปรตีนนั้นมักจะเกิดขึ้นในลำไส้ใหญ่ แต่พวกของแป้งนั้นจะเกิดที่ลำไส้เล็ก เหตุผลทั้งนี้ก็เพราะว่า เป็นการป้องกันของอาหารพวกแป้งที่มีต่ออาหารพวกโปรตีน เพราะแบคทีเรียบางชนิดเช่นพวก bacillus coli จะไม่เกาะโปรตีนนานเท่ากับอาหารพวกแป้งที่มันชอบมาก และกรด พวกอินทรีย์ที่เกิดขึ้น นั้นไปรวมกับ พวกด่างของน้ำ ย่อยในลำไส้เล็ก ทำให้เป็นกลาง หรือทำให้มีฤทธิ์เป็นกรด แบคทีเรียส่วนมากที่ไม่ชอบกรดก็จะถูกทำลาย นอกจากนี้กรดยังช่วยในการย่อยพวกอาหารโปรตีน โดยเหตุนี้การเน่าเปื่อยของโปรตีนในลำไส้เล็กจึงไม่เกิดขึ้น ชนิดของแบคทีเรียที่จะมีในลำไส้เล็ก บางทีก็แล้วแต่ลักษณะของอาหารที่มันจะชอบหรือไม่

แบคทีเรียที่มักจะพบในลำไส้เล็กเป็นพวก bacillus acidophillus พวกนี้ไม่มีพิษและทำให้ลำไส้มีสุขภาพดี

การย่อยอาหารในลำไส้เล็กจะนานเท่าไรนั้น แล้วแต่เหตุผลหลายอย่าง ส่วนใหญ่แล้วแต่จำนวนของอาหาร และชนิดอาหารในมื้อหนึ่ง ๆ ในเด็กหนุ่มที่รับประทานอาหารหลายอย่างในมื้อหนึ่ง ๆ จะต้องการเวลา ๒๐–๒๙ ชั่วโมง ที่จะให้อาหารผ่านตลอดทางเดินของอาหารทั้งหมด ทั้งนี้แล้วแต่บุคคลด้วย ตามธรรมดาเราไม่ได้รับประทานอาหารมื้อเดียวแล้วถ่ายออกหมดในมื้อนั้น นอกจากเวลาที่ท้องเดิน อาหารจะถูกถ่ายออกเร็วที่สุด

จากการสังเกตคนไข้ที่มี fistula ที่ปลายลำไส้เล็กอาหารจะผ่านเข้าในลำไส้ใหญ่ ๒–๓ ชั่วโมง ภายหลังการรับประทาน และต้องการเวลา ๙ ช.ม. หรือมากกว่านี้ก่อนอาหารมื้อสุดท้ายจะผ่าน colic valve

การเปลี่ยนแปลงในลำไส้ใหญ่

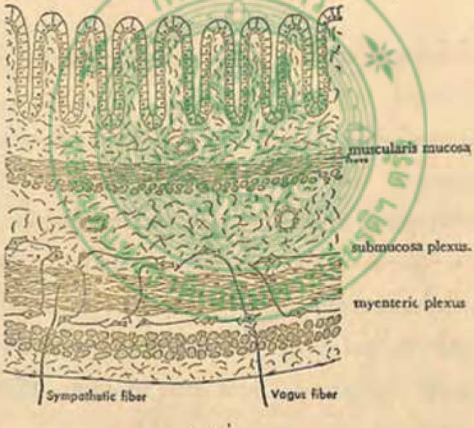
ช่องเปิดระหว่างลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่มี colic valve และกล้ามเนื้อหูรูด ซึ่งตามธรรมดามันจะหดเกร็งอยู่เสมอ เมื่อมันเปิดออกและอาหารผ่านลงไปก็จะไปอยู่ใน cecum เต็มและผ่านขึ้น ascending colon สิ่งที่อยู่ใน ascending colon จะอ่อน และเป็นพวกที่ค่อนข้างอ่อน แต่เมื่อไปถึงปลายของ transverse colon จะเริ่มเป็นอุจจาระ

การเคลื่อนไหวของลำไส้ใหญ่มี ๒ ชนิด

(๑) haustral churning เป็นการเคลื่อนไหวโดยมีการบีบตัวไล่อาหารเป็นระยะ ๆ ไปตามส่วนของลำไส้ใหญ่ที่มีรูปร่างคอด ๆ โป่งเป็นบางตอนของผนังของมัน

(๒) Mass peristalsis เป็นการหดตัวอย่างแรงของ ascending colon ทั้งหมด เพื่อไล่อาหารเข้าไปใน transverse colon การหดตัวนี้จะเกิดขึ้น ๓—๔ ครั้งในวันหนึ่ง แต่ละครั้งก็จะเกิดขึ้นในเวลาอันสั้น

การขับน้ำย่อยของลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่ขับ mucin มาก และมีฤทธิ์เป็นด่าง ไม่มี enzymes เมื่ออาหารที่ลงไปในลำไส้ใหญ่ เป็นอาหารที่มีน้ำย่อยจากลำไส้เล็กติดมาด้วย ฉะนั้นการย่อยและการดูดซึมของมันจึงดำเนินต่อไปนี้



(รูปที่ ๒๓๖)

(รูปผ่าตามขวางของลำไส้ใหญ่ แสดงชั้นต่าง ๆ ที่อยู่ที่ผนังของมัน)

การทำงานของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ ภายในลำไส้ใหญ่ที่มีฤทธิ์เป็นด่าง จะมีการเน่าเปื่อยของพวกโปรตีนที่ย่อยไม่หมดมาจากลำไส้เล็ก โดยวิธีนี้ โปรตีนที่พบอาจจะอยู่ในรูปของ peptone, proteoses, amino acid และพบพวกอื่น ๆ เช่น indol, skatol ฟีนอร์, fatty acid และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ อาจจะมี ไฮโดรเจนซัลไฟด์ สิ่งเหล่านี้บางอย่างอาจ

จะถูกขับออกทางอุจจาระ บางสิ่งอาจจะถูกดูดซึมกลับเข้าไปในเส้นโลหิตอีกได้ ถ้าเป็นอย่างนี้เมื่อไปถึงตับ ตับจะกรองให้มีพิษน้อยลง และขับออกทางไต จำนวนของซัลเฟตที่มีในปัสสาวะ แสดงให้รู้ว่ามีการเน่าเปื่อยของโปรตีนในลำไส้ใหญ่มากหรือน้อย บางคนเชื่อว่าแบคทีเรียที่ทำให้มีการเน่าเปื่อยเกิดขึ้นนี้ เป็นพวกที่ร้ายแรง จากการทดลองจะเห็นว่าแบคทีเรียที่เกิดขึ้นในลำไส้เล็กนั้น เป็นสิ่งไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่ไม่ถึงกับทำให้เกิดโรค เพราะถ้าร่างกายอยู่ในภาวะปกติ ก็สามารถต้านทานโรคได้

อุจจาระ feces ในลำไส้มีสารอยู่ ๒ สิ่งที่ปนกันอยู่ (๑) พวกกากอาหาร และพวกแบคทีเรียพร้อมทั้งสิ่งที่แบคทีเรียทำขึ้น (๒) สิ่งที่ขับออกมาที่เป็นผลที่เกิดจากการย่อยอาหาร และจากต่อมที่ทำน้ำย่อยอาหาร ทั้ง ๒ อย่างนี้ อย่างไหนจะมากหรือน้อยกว่ากันต้องแล้วแต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ถ้าจะแยกให้ละเอียดลงไปอุจจาระก็ประกอบด้วยน้ำ อาหารที่ไม่ย่อย และย่อยไม่ได้ bile pigment แบคทีเรียต่าง ๆ สิ่งที่แบคทีเรียทำขึ้น และผลของ secretion, mucous และ epithelial cells จากผนังของอวัยวะทางเดินของอาหาร cholesterol ที่อาจจะมาจากน้ำดี ,purin base เกลือพวกอนินทรีย์ของโซเดียม โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก

การถ่ายอุจจาระ defecation การถ่ายอุจจาระตามธรรมดาอยู่ในความควบคุมของ internal sphincter และ external sphincter ของ anus ที่ปิดอยู่เสมอ และตามปกติทวารหนักจะว่าง อุจจาระจะลงมาก่อนหน้าจะมีการถ่ายอุจจาระ ถ้ามีการกระตุ้นขึ้นที่ลำไส้ใหญ่จะมีการบีบตัว ทำให้มีอุจจาระจำนวนเล็กน้อยลงไปในทวารหนัก ไปกระตุ้นปลาย sensory nerve ทำให้มีการอยากถ่าย ไปบังคับการหดตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่ในการควบคุมของจิตใจ กล้ามเนื้อของท้อง การกดลงของกระบังลม และการบีบตัวของลำไส้ใหญ่ทำให้มีการถ่ายอุจจาระขึ้น

สรุป

อาหาร
- คือสิ่งที่รับประทานเข้าไปแล้วทำให้เกิด
- (๑) กำลังงาน
- (๒) ช่วยในการเจริญของ cell
- (๓) ช่วยในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย

การแบ่งชนิดอาหาร
- การวิเคราะห์ทางเคมี แสดงให้เห็นว่า ธาตุที่พบในร่างกายมีอยู่ในอาหาร
- อาหารทั่วไปมี
  - น้ำ
  - คาร์โบไฮเดรท หรืออาหารแป้ง
  - ไขมัน
  - โปรตีน
  - แร่ธาตุ
  - ไวตามิน

น้ำ
- มีอยู่ใน tissue ทุกชนิด ๗๕–๙๐%
- มีมากในคนหนุ่ม และใน tissues ที่กำลังเจริญ
- ๒/๓ ของอาหารที่รับประทานเป็นน้ำ
- น้ำในร่างกายมาจาก
  - จากเครื่องดื่ม
  - จากอาหาร
  - น้ำที่เกิดขึ้นใน tissues
- น้ำทำให้เกิด
  - Secretion
  - ปฏิกิริยาทางเคมี
  - ช่วยเลื่อนอาหารไปตามทางเดินของมัน
  - ช่วยในการถ่ายเทของเสีย
- ช่วยควบคุมระดับความร้อนของร่างกาย
- จำนวนน้ำในร่างกายจะคงที่ เมื่อร่างกายอยู่ในภาวะปกติ

คาร์โบไฮเดรท
- หาง่ายและให้พลังงานมากที่สุด
- ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และอ๊อกซิเจน
- เป็นอาหารพวกแป้งและน้ำตาล
- monosaccharides มี
  - glucose มาจาก dextrose
  - fructose มาจาก levulose
- Disaccharides
  - sucrose หรือน้ำตาลอ้อย
  - lactose หรือน้ำตาลนม
  - maltose หรือน้ำตาลข้าว malt
- Polysaccharides
  - แป้ง
  - cellulose

- **คาร์โบไฮเดรท (ต่อ)**
  - polysaccharides
    - glycogen
    - dextrin
- **ไขมัน**
  - ใช้ในความหมายของกายวิภาค เท่ากับเป็น adipose tissue
  - ใช้ในความหมายทางเคมี หมายถึงสารประกอบของ คาร์บอน ไฮโดรเจน และ อ๊อกซิเจน แต่ส่วนใหญ่เป็น คาร์บอน และไฮโดรเจน
  - ทำมาจาก ๑ อนูของ glycogen ๓ อนูของ fatty acid
- **โปรตีน**
  - เป็นสารประกอบของ คาร์บอน ไฮโดรเจน อ๊อกซิเจน และไนโตรเจน ตามธรรมดามีกำมะถัน บางทีมีฟอสฟอรัส และเหล็ก
  - ต่างจากคาร์โบไฮเดรท และไขมัน ก็เพราะมันมีไฮโดรเจนประกอบ ทำให้เกิดเป็น amino acids
  - . Amino aicd มีพวก amino radical (NH_2) แทนที่จะมีการเปลี่ยนที่ของไฮโดรเจน
  - . Amino acids มี ๔๐ ชนิด แตกต่างกันในการมารวมกันของสารประกอบของมันที่มาจาก โปรตีน ต่าง ๆ ชนิด เช่นนม เนื้อ ไข่ ถั่ว มันฮ่อ ฯลฯ
- **แร่ธาตุ**
  - ในร่างกายมีธาตุ ๑๕ ชนิด หรือมากกว่านี้ประกอบอยู่
    - ๕ ชนิดมาจาก คาร์โบไฮเดรท ไขมัน โปรตีน และน้ำ
    - อีก ๑๐ ชนิดมี เหล็ก แคลเซี่ยม โซเดียม โปแตสเซี่ยม แมกนีเซี่ยม ฟอสฟอรัส คลอไรด์ ไอโอดีน ฟลูโอรีน ซีลิกอน
  - หน้าที่
    - เป็นส่วนประกอบของกระดูก
    - เป็นส่วนประกอบของ tissues อื่น ๆ
    - ที่ละลายได้อยู่ในสารละลายของ body fluids
  - มาตรฐานที่ควรมีในอาหารประจำวัน
    - แคลเซี่ยม ๐.๗ กรัม
    - ฟอสฟอรัส ๑.๕ กรัม
    - ไอโอดีน ๐.๐๐๐๐๑๕ กรัม
    - เหล็ก ๐.๒๐ กรัม
- **ไวตามิน**
  - สำคัญในการเจริญ และหล่อเลี้ยงเซลล์
  - ช่วยในการย่อยอาหาร
  - ไวตามิน เอ
    - ช่วยในการเจริญหล่อเลี้ยงเซลล์ และบำรุงสุขภาพ
    - ช่วยในการรักษาตา

- ไวตามิน (ต่อ)
  - ไวตามิน บี
    - ตามธรรมดารวมไวตามิน บี จี และเอช
    - บำรุงสุขภาพ
    - พบในข้าวซ้อมมือ และผักสีเขียว
  - ไวตามิน ซี
    - Ascorbic acid
    - ช่วยในการเจริญตามปกติของกระดูกและฟัน
  - ไวตามิน ดี
    - ป้องกันโรคกระดูกอ่อน
    - Ergosterol เปลี่ยนเป็นไวตามิน ดี เมื่อถูกเข้ากับแสง ultraviolet
  - ไวตามิน อี
    - ทำให้หนูตัวผู้และหนูตัวเมียที่ขาดไวตามินชนิดนี้เป็นหมัน
    - ส่วนการใช้รักษาคนที่เป็นหมันยังไม่รับรอง
  - ไวตามิน เค
    - ทำให้โลหิตแข็งตัวตามปกติ
  - ไวตามิน พี
    - ทำให้พวกเส้นโลหิตฝอย มี permeable ตามปกติ
- พวกธุรส และ พวกเกลือ พริก
  - ไม่มีคุณค่าทางอาหาร หรือบำรุงร่างกายโดยตรง แต่ช่วยเพิ่มน้ำย่อยของกระเพาะอาหาร
- อาหารธุรส
  - พวกที่ช่วยกระตุ้น
    - น้ำชา และกาแฟ เป็นพวกที่มี caffeine
    - โกโก้ – มีพวก คาร์โบไฮเดรท ไขมัน และโปรตีน เนื่องจากมีพวก theobromine
    - น้ำสะกัดเนื้อ มี secretagogeus ซึ่งไปกระตุ้นต่อมของกระเพาะอาหารให้ขับน้ำย่อย
  - แอลกอฮอล์
    - Oxidized ได้เร็ว ทำให้เกิดกำลังงาน
    - ของเสียที่ได้จากพวกนี้เช่น คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และน้ำ
    - ทำให้เกิดอ้วนฉุได้
      - ถ้ามีการดื่มพอประมาณ จะกระตุ้นความอยากอาหาร และรับประทานอาหารได้มาก นอกจากนี้ oxidized ไขมันและคาร์โบไฮเดรทได้น้อย ฉะนั้นพวกไขมันจึงมีมากในร่างกาย
- วิธีการย่อย
  - อาศัยกำลังการเคลื่อนไหวของอวัยวะทางเดินอาหาร (machanical digest) ซึ่งเป็นการย่อยชั้นแรก และต่อไปก็จะมีการย่อยที่ต้องอาศัยทางเคมี (chemical digestion)

วิธีการย่อย (ต่อ)

- Machanical
  - เคี้ยว
  - กลืน
  - การเคลื่อนไหวของ esophagus
  - การเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหาร
  - การเคลื่อนไหวของลำไส้
  - การถ่ายอุจจาระ
- Chemical
  - ทำให้อาหารละเอียดเป็นอนูที่เล็กที่สุด
  - ใช้วิธี hydrolysis ซึ่งอาศัย enzyme
  - และแล้วแต่สภาพของอาหารที่จะให้ tissue นำไปใช้ได้
- end product หรือสิ่งสุดท้ายของการย่อยก่อนที่จะมีการดูดซึมเข้าในเส้นโลหิตและน้ำเหลือง
  - แป้งเป็น glucose
  - ไขมันเป็น glycerine และ fatty acid
  - โปรตีนเป็น amino acid

Enzymes

- เป็นสารที่เกิดจากเซลล์ที่มีชีวิตทำหน้าที่เป็น catalyst คือเร่งปฏิกิริยาของการย่อยอาหาร
- Enzymes ทุก ๆ อันที่ย่อยอาหาร เรียกชื่อตามอาหารที่จะย่อย แล้วเติมคำว่า ase ลงท้ายคำ

รายการของน้ำย่อยและ Enzymes ที่สำคัญ

น้ำย่อย	Enzymes	หน้าที่
น้ำลาย	Ptyaline หรือ salivary amylase Amylase Maltase	ย่อยพวกแป้งให้เป็น dextrin และ maltose

น้ำย่อย	Enzymes	หน้าที่
น้ำย่อยของกระเพาะ	Pepsin+HCl	ย่อยโปรตีนให้เป็น proteoses และ peptones
	Rennin	ทำให้โปรตีนของนมเป็น curd
	Gastric lipase	ย่อยพวก emulsified fat
น้ำย่อยของตับอ่อน	Trypsin	ย่อยโปรตีนให้เป็น amino acids
	Amylase	ย่อยแป้งให้เป็น dextrin และ maltose
	Pancreatic lipase	ไขมันเป็น fatty acid และ glycerine ปฏิกิริยานี้กลับไปมาได้
น้ำย่อยของลำไส้เล็ก	Enterokinases	ช่วยในการทำงานของ trypsin
	erepsin	ย่อย peptides ให้เป็น amino acid
	เปลี่ยนหรือย่อย: Maltase	ย่อย dextrin และ maltose ให้เป็น glucose
	Invertase	ย่อย sucrose ให้เป็น dextrin และ fructose
	Lactase	ย่อย lactose ให้เป็น glucose และ gallactose
	Neuclease	ทำหน้าที่ย่อยกรดที่อยู่ใน neucleoprotein
น้ำดี	ไม่มี enzymes	ช่วย enzymes อื่นๆ และช่วย lipase ของน้ำย่อยตับอ่อนทำงาน

การเปลี่ยนแปลงอาหารในปาก
- เคี้ยว
- ผสมน้ำลาย
- น้ำลาย
  - ขับจากต่อมน้ำลาย: Parotid, submaxillary, Sublingual และ mucous gland ในปาก
  - Craniosacral fibers: ช่วยในการขับน้ำลายและทำให้เส้นโลหิตขยายตัว กระตุ้นเมื่อเห็นและได้กลิ่นอาหาร จะขับน้ำลายออกมา

การเปลี่ยนแปลงอาหารในปาก (ต่อ)

- น้ำลาย
  - Thoracolumbar fiber: ช่วยในการขับน้ำลายและทำให้เส้นโลหิตหดตัว กระตุ้นโดยอาหารที่อยู่ในปากทำให้น้ำลายออกน้อย
  - ประกอบด้วยน้ำ, โปรตีน, mucin, เกลืออนินทรีย์
  - มี enzymes=ptyaline, maltase มีความถ่วงจำเพาะ ๑.๐๐๔—๑.๐๐๘ ฤทธิ์เป็นกลาง
  - pH ๖.๒—๗.๓
  - หน้าที่
    - (๑) ช่วยในการเคี้ยวและกลืน
    - (๒) ช่วยทำให้อาหารรื่น
    - (๓) ละลาย และกระตุ้น taste buds ในทางอ้อมในการขับน้ำย่อยของกระเพาะ
    - (๔) Ptyaline ย่อยพวกแป้งให้เป็น dextrin และ maltose และถูก maltase ย่อยให้เป็น glucose
- การกลืนอาหารผ่านช่องคอ pharynx, esophagus

การเปลี่ยนแปลงอาหาร ภายในกระเพาะ

- เวลาที่ต้องการแล้วแต่ระนิดของอาหาร มีธรรมดา ๓–๔ ๑/๒ ช.ม.
- อาหารถูกกักอยู่ในกระเพาะ เพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อหูรูดที่อยู่ที่ช่องเปิดของกระเพาะทั้ง ๒ ข้าง
- ขนาดของกระเพาะแล้วแต่จำนวนอาหารที่รับประทาน

การเปลี่ยนแปลงของอาหารในกระเพาะ

- กระเพาะอาหารไม่เคยว่างอย่างน้อยจะมีน้ำย่อยอาหารอยู่ ๒–๓ ซี่ซี่
- เมื่ออาหารเข้าไปในกระเพาะ ตรงกลางของกระเพาะจะเริ่มหดตัวดันอาหารไปทาง pylorus อาหารจะเริ่มเหลวผสมกับน้ำย่อย เป็น chyme
- น้ำลายที่ติดมากับอาหารจะมีการย่อยต่อ จนกว่าอาหารจะคลุกเคล้ากับน้ำย่อยของกระเพาะ

การเปลี่ยนแปลงของอาหารในกระเพาะ (ต่อ)

- น้ำย่อยที่เกี่ยวข้องกับอาหารในกระเพาะ
  - Secretion
    - เมื่อไม่มีอาหารน้ำย่อยจะขับน้อย
    - เมื่อรับประทานหรือกำลังย่อยจะขับมาก
      - กระตุ้นจากพวกประสาททางรส กลิ่น
      - กระตุ้นจากสารเคมี มาจากพวก secretagogeus ที่มีใน (๑) อาหาร (๒) สิ่งที่มาจากการย่อยอาหารและพวกอยู่ใน secretin ของกระเพาะ
  - ขับโดยต่อมที่เรียก
    - fundic gland
    - cardiac gland
    - pyloric gland
  - มีฤทธิ์เป็นกรดเนื่องจาก HCl
  - Enzymes มี ๓ ชนิด
    - pepsin
    - rennin
    - lipase
- แล้วแต่สิ่งที่กระเพาะขับออกมา
  - ห้ามโดย
    - อารมย์ต่าง ๆ โกรธ เจ็บ กลัว
    - ออกน้อย ถ้าโลหิตไปเลี้ยงน้อย

HCl

- ขับโดย parietal cells ของ gastric glands ทำมาจาก Cl ในโลหิต NaCl มีมาก เพราะฉะนั้นพวก Cl+H ——→ HCl
- ธรรมดามี ๐.๕ %
- หน้าที่
  - ช่วยในการเปลี่ยน pepsinogen เป็น pepsin และให้ pepsin ทำงานดีขึ้น
  - ทำให้โปรตีนพองตัว
  - ฆ่าแบคทีเรีย
  - ช่วยปิดและเปิด colic valve

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

Pepsin
- ทำจาก pyloric gland และ central cells ของ gastric glands ทีแรกเป็น pepsinogen มีกรดเกลือมาเปลี่ยนให้เป็น pepsin
- เป็น enzymes ที่ช่วยย่อยโปรตีนให้เป็น proteoses และ peptone เพื่อให้ลำไส้เล็กย่อยต่อไป

Rennin
- ทำจาก Central cells ของ gastric glands
- ทีแรกออกมาเป็น prorennin
- ย่อยโปรตีนของนม และให้ไปรวมกับแคลเซี่ยมเป็น curd แล้วให้ pepsin และ trypsin ย่อยต่อ

Gastric lipase—ทำไขมันให้เป็น emulsified fat

หน้าที่ของกระเพาะ
- เป็นที่เก็บอาหารชั่วคราว
- บีบตัวไล่อาหารให้ผ่านออก
- มีน้ำย่อย
  - pepsin
  - rennin
  - gastric lipase
- มี HCl ทำหน้าที่ฆ่าเชื้อที่ติดไปกับอาหารด้วย

การย่อยในลำไส้
- ลำไส้เล็ก
  - มีการเคลื่อนไหว
    - Peristalsis
    - Rhythmical
    - Pendular
  - มีน้ำย่อย
    - Pancreatic fluid
    - Succus entericus
    - น้ำดี
  - ต้องการเวลาอาหารจะผ่าน ๒—๕ ๓/๔ ช.ม. ภายหลังรับประทานอาหาร และต้องการ ๙ ช.ม. หรือมากกว่านี้ที่อาหารมื้อสุดท้ายจะผ่านออก
- ลำไส้ใหญ่
  - การเคลื่อนไหว
    - (๑) ไล่อาหารให้ผ่าน colic valve
    - (๒) Haustral churning
    - (๓) Mass peristalsis
  - น้ำย่อยมี mucin ไม่มี enzymes มีฤทธิ์เป็นด่าง ที่ติดมาจากอาหารในลำไส้เล็กจะย่อยต่อ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

น้ำย่อยของตับอ่อน
- การขับน้ำย่อยนี้ควบคุมโดยฮอร์โมนที่ชื่อ secretin ที่ออกในลำไส้เล็กตลอดเวลาที่มีการย่อยอาหาร
- น้ำย่อยนี้จะใส เหนียว และมีฤทธิ์เป็นด่าง
- การขับน้ำย่อย
  - โดยประสาทจาก secretory fibers ของ vagus และ splanchnic น้ำย่อยที่ออกมาจะเหนียวและมี enzymes มาก
  - ขับโดยอาศัยสารประกอบทางเคมี หรือ secretin น้ำย่อยจะใสมี enzymes น้อย
- Enzymes
  - Trypsin จะย่อยโปรตีนให้เป็น amino acid
  - Amylase ช่วยย่อยแป้งให้เป็น maltose
  - Lipase ช่วยย่อยไขมันที่ emulsified แล้วให้เป็น fatty acid glycerine

Succus enterieus
- เร่งการขับโดย secretin
- ใส เหลือง มีฤทธิ์เป็นด่างเนื่องจากมีโซเดียมคาร์บอเนต
- Enzymes
  - Enterokinases ช่วยการทำงานของ enzymes อื่น
  - Peptidases ย่อย peptides ให้เป็น aminoacid
  - Maltase ย่อย dextrin และ maltose ให้เป็น glucose
  - Invertase ย่อย lactose ให้เป็น glucose และ galactose
  - Neucleases ย่อยกรดใน neucleoprotein
- Secretin
  - (๑) ที่แรกขับออกมาเป็น prosecretin ถูกกรดในกระเพาะเปลี่ยนเป็น secretin
  - (๒) ทำจากเยื่อบุใน duodenum และถูกดูดซึมไปพร้อมกับน้ำดี

น้ำดี
- มีฤทธิ์เป็นด่างสีเหลืองหรือเหลืองปนน้ำตาล หรือเหลืองปนเขียว
- ขับออก ๕๐๐—๘๐๐ ซีซี. ใน ๑ วัน
- ประกอบด้วยน้ำ, bile pigmente, bileacid, bile salts, cholesterol, lecithin, neutral fat, และ nuclecalbumin
- ช่วยในการทำงานของ lipase
- ช่วยในการขับสารพวกที่เป็นพิษ พวกเหล็ก และ cholesterol
- ช่วยในการฆ่าเชื้อที่ติดมากับอาหาร และป้องกันการเน่าเปื่อยของโปรตีน

อุจจาระ ประกอบด้วย
๑ กากอาหาร แบคทีเรีย และสิ่งที่แบคทีเรียทำขึ้น
๒ สิ่งที่ขับออกมาจากต่อมและเซลล์ของท่อทางเดินอาหาร มีน้ำ กากอาหาร bile pigment, แบคทีเรียหรือสิ่งที่แตกสลายตัวเพราะแบคทีเรีย นอกจากนี้มีพวกน้ำย่อย, mucous, epithelial cells, cholesterol, purin base และเกลืออนินทรีย์

Defecation หมายถึงการขับอุจจาระ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๒๐

การดูดซึมอาหาร metabolism ของคาร์โบไฮเดรท ไขมัน และโปรตีน Basal metabolism และอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย

การดูดซึมอาหาร (absorption) หมายความว่าการที่อาหารที่อยู่ในลักษณะของสารละลาย และอณูของมันได้ถูกย่อยให้เล็กที่สุด ที่จะสามารถกระจายซึมผ่านผนังของเส้นโลหิตฝอยและเส้นน้ำเหลืองไปเลี้ยง tissues ต่าง ๆ ได้

การดูดซึมของอาหารจากอวัยวะทางเดิน หรืออวัยวะที่ย่อยอาหาร จะได้มากหรือน้อยนั้นแล้วแต่เวลาที่อาหารจะมาเกลือกกลั้วกับบริเวณที่จะมีการดูดซึมอาหาร และแล้วแต่ความเข้มข้นของอาหารที่ย่อยแล้ว พร้อมทั้งความรวดเร็วของโลหิตที่จะพาอาหารที่ถูกดูดซึมนั้นแจกจ่ายไป

การดูดซึมอาหารในลำไส้เล็ก ภายในลำไส้เล็กเป็นที่ ๆ มีการดูดซึมของอาหารมากที่สุด เพราะภายในลำไส้เล็กมี circular folds และ villi เป็นจำนวนมาก ที่จะทำให้เนื้อที่ภายในลำไส้เล็กขยายกว้างออกไป เนื้อที่นั้นกว้างกว่า ๑๐ ต.ร. เมตร นอกจากนี้อาหารค้างอยู่ในลำไส้เล็กเป็นเวลาหลายชั่วโมง ซึ่งในเวลาเหล่านี้อาหารมีโอกาสได้คลุกเคล้ากับน้ำย่อยของลำไส้เล็กได้อย่างดี การดูดซึมของอาหารจึงมีมากเป็นธรรมดา

โลหิตที่ส่งไปเลี้ยงภายในผนังของลำไส้เล็กนั้นสม่ำเสมอกัน โลหิตภายในเส้นโลหิตฝอย จะอยู่ห่างจากอาหารที่ย่อยแล้วในลำไส้เล็ก ก็แต่เพียงผนังของเส้นโลหิตฝอย และเยื่อที่บุภายในลำไส้เล็กนั้นไว้เท่านั้น เยื่อที่อยู่ด้านในสุดของผนังลำไส้ก็ผลิตน้ำย่อยอาหารด้วย อาหารพวกที่มีในลำไส้เล็กที่มีมากที่สุดคือ น้ำตาล glycerine, fatty acid, amino acids ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นโลหิตที่มีความเข้มข้นของสารเหล่านี้น้อยกว่าในลำไส้ การย่อยอาหารที่เกิดขึ้นเรื่อย ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อที่ผนังลำไส้ และ circular folds และการดูดซึมของ villi ทำให้การไหลเวียนของโลหิตที่ villi มีมากขึ้น ดังนั้นการดูดซึมของอาหารจึงเป็นไปได้อย่างดี ทำให้ความเข้มข้นของโลหิตสูงขึ้น การดูดซึมจะเกิดขึ้นที่เยื่อบาง ๆ ของผนังลำไส้และเส้นน้ำเหลือง ผนังของเส้นโลหิตฝอยจากสารละลายที่มีความเข้มข้น

สูงไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ จนอาหารถูกดูดซึมไปหมด เชื่อว่า thiamine หรือไวตามิน B_1 ช่วยในการดูดซึมของอาหาร

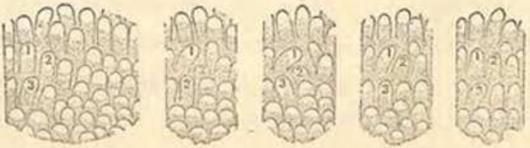
ทางที่อาหารถูกดูดซึมไป คือไปตามเส้นโลหิตฝอยของ villi หรือของเยื่อบุลำไส้ นอกจากนั้นไปตามท่อน้ำเหลืองของ villi และท่อน้ำเหลืองซึ่งแล้วแต่ชนิดอาหาร

อาหารไขมัน จะถูกดูดซึมเข้าไปในทางน้ำเหลืองที่อยู่กลาง villi แต่ละอันแล้วไหลเข้าสู่เส้นน้ำเหลืองใหญ่ และในที่สุดจะส่งอาหารที่ดูดซึมมาได้ เข้าสู่เส้นน้ำเหลืองใหญ่ที่เรียกว่า thoracic duct ที่ไปเปิดเข้า innominate vein ตรงรอยต่อของ left internal jugular vein left subclavian vein

(รูปที่ ๒๓๗)

(แสดงการดูดซึมของอาหารไปตามเส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลืองต่าง ๆ)

ส่วนอาหารพวกแป้ง และโปรตีนที่ย่อยแล้วทั้งนี้อาจจะมีพวก glycerine และ fatty acid ด้วย จะซึมเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยของ villi แล้วไปเทเข้าสู่ portal tube แล้วเข้าสู่ตับ



(รูปที่ ๒๓๗)

(เยื่อบุลำไส้เล็กที่มองทางด้านข้าง (ขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์) จะเห็นยื่นเรียงกันเป็นแถว ปลายของมนชี้มาทางข้างหน้าของเรา villi *อันที่ ๑ จะเอนปลายไปทางขวา แล้วกลับมาตั้งตรง* villi *อันที่ ๒ ทีแรกไม่โผล่ขึ้นมา แต่เมื่อมีการเคลื่อนไหวมันจะโผล่ขึ้นมา* villi *ที่ ๓ เอนไปข้างขวา แล้วไปข้างซ้าย แล้วไปข้างขวาอีก)*

การดูดซึมของอาหารในกระเพาะซึ่งเหมือนกับไม่มีเลย ขั้นแรกถ้าจะเปรียบอวัยวะทั้ง ๒ นี้กับลำไส้เล็ก เนื้อที่ของเยื่อบุกระเพาะก็แคบกว่าของลำไส้เล็ก และเนื้อที่ของเยื่อที่จะให้อาหารผ่านไปแต่ละครั้งก็มีน้อยกว่า ทั้งอาหารค้างอยู่ในกระเพาะเป็นเวลาสั้นกว่าอยู่ในลำไส้เล็ก การเคลื่อนไหวของลำไส้ที่บีบตัวก็มีมากกว่า ในการเคลื่อนไหวของผนังกล้ามเนื้อของลำไส้เล็กที่มี peristalsis, rhythmical และ pendular ทำให้เยื่อบุภายในและพวก villi มีการเคลื่อนไหวเหมือนกับผนังที่อยู่ข้างนอกเหมือนกัน นี่หมายความว่าไม่ใช่เพราะลำไส้เล็กมีเนื้อที่ ๆ จะดูดซึมอาหารมากเท่านั้น แต่ยังมีเนื้อที่ของมันที่ดูดซึมอาหารเกิดเพิ่มขึ้นใหม่เสมอ ๆ ดังนั้นจึงมีการดูดซึมอาหารได้มาก ทั้งอาหารทั้งหมดก็มีการย่อยขั้นสุดท้ายในลำไส้เล็ก เช่นเดียวกับอุณหภูมิภายในลำไส้เล็กก็สูงกว่าภายในกระเพาะ โลหิตจึงไปเลี้ยงกระเพาะน้อยกว่าด้วย

การดูดซึมของอาหารในลำไส้ใหญ่ อาหารที่ลงไปในลำไส้ใหญ่ เป็นอาหารที่เหลือจากการดูดซึมในลำไส้ แต่อาหารพวกนั้นมี enzymes ติดมาด้วย ดังนั้นการย่อยและการดูดซึมจึงดำเนินต่อไปแม้อยู่ภายในลำไส้ใหญ่ ในลำไส้ใหญ่มีการดูดซึมน้ำมาก แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้อุจจาระแข็งหรือค่อนข้างแข็ง

การดูดซึมน้ำไม่มีในกระเพาะเลย น้ำจำนวนมากถูกดูดซึมในลำไส้เล็ก โดยเหตุนี้ เพื่อทดแทนน้ำที่ถูกดูดซึมไป ลำไส้จึงต้องขับน้ำย่อยออกมาก

การดูดซึมของพวกเกลือแร่ ทุกส่วนของลำไส้เล็กดูดซึมได้ แล้วแต่ชนิดของเกลือ และความเข้มข้นของสารที่มันละลายอยู่ เกลือบางชนิดดูดซึมไปได้ทันที เช่น acetate คลอไรด์ และพวกแอมโมเนียทั้งหมด พวกที่ไม่สามารถดูดซึมได้ ได้แก่ tartrates, citrate และพวกซัลเฟตบางพวก

ตามธรรมดาอาหารพวก amino acids ผ่านไปตามเส้นโลหิตฝอย

แต่จากการทดลองแสดงว่า ถ้าให้มีการรับประทานพวกโปรตีนมากเกินธรรมดา มันจะถูกแบ่งให้ดูดซึมเข้าในเส้นน้ำเหลืองก็มี

Metabolism หรือการสร้างและการใช้ให้หมดไป

Metabolism ในความหมายทั่วไป รวมวิธีการณ์ทั้งหมดตั้งแต่เวลาที่อาหารเข้าไปในร่างกายจนกระทั่งถูกขับออก แต่ในบางแห่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการย่อยอาหาร จากเวลาที่มีการดูดซึมเอาอาหารนั้นเข้าไปเลี้ยงร่างกายจนถูกขับถ่ายออกมา แต่ในที่นี้จะขอหมายความถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีนี้เรียกว่า metabolic changes มี ๒ พวกคือ

(๑) Anabolism หรือการสร้างกายในร่างกาย

(๒) Catabolism หรือการสลายที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย

วิธีการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า anabolic change เป็นวิธีการที่เซลล์ได้รับอาหารจากโลหิต และทำให้อาหารนั้นเป็นส่วนหนึ่งของน้ำเลี้ยงเซลล์ของมันเอง ทั้งนี้เป็นการเปลี่ยนสารที่ไม่มีชีวิตให้เป็นสารที่มีชีวิต ซึ่งเป็นวิธีการสังเคราะห์ หรือทำสารประกอบขึ้นจากสารเคมีผสมกัน (synthesis) การทำ glycogen และไขมันในเซลล์เป็น anabolism ถ้าพูดในทางแคบๆ ก็คือวิธีการที่เอามารวมกัน (dehydrolysis) คือตรงข้ามกับ hydrolysis ซึ่งหมายถึงเอาอนูเล็ก ๆ มารวมกันให้เป็นอนูใหญ่ และอนูของน้ำจะหายไป

การเปลี่ยนแปลงทาง catabolism คือวิธีการที่เซลล์ถูกละลายเป็นสารอย่างง่าย ๆ (simple substances) (๑) เป็นส่วนหนึ่งของ protoplasm ของมัน (๒) เป็นสารที่เคย

เก็บไว้ในตัวของมัน การแตกสลายตัวนี้ทำให้เป็นสารอย่างง่าย หรือสารที่มีเชิงเดี่ยว บางส่วนของมันอาจจะถูกเซลล์อื่นเอาไปใช้แต่ส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดจะถูกขับออก วิธีการนี้เหมือนกับการทำอนูที่ใหญ่ให้เป็นอนูเล็กหรือวิธี hydrolysis ที่มีการดูดซึมน้ำพร้อมกันไปด้วย การรับอาหารของเซลล์นั้นก็เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

หน้าที่ของ metabolism สร้าง protoplasm เพื่อการเจริญเติบโตของเซลล์ และซ่อมแซม tissues ในขณะเดียวกันพลังงานจะถูกปล่อยออกมา

สิ่งที่ช่วยในการเปลี่ยนแปลงของ metabolic เป็นพวกอ๊อกซิเจนที่ได้มาจากปอด enzymes ที่ได้มาจากเซลล์ทั้งหลาย พวกฮอร์โมนได้จากต่อมไม่มีท่อและไวตามินที่ได้มาจากอาหาร และระบบประสาท จะได้แยกอธิบาย metabolism ของอาหารแต่ละชนิด

Metabolism ของอาหารพวกคาร์โบไฮเดรท

การสร้างและการใช้อาหารที่ได้มาจากอาหารพวก คาร์โบไฮเดรทหรือพวกแป้งและน้ำตาล จะได้พิจารณาภายใต้หัวข้อใหญ่ ๑ หัวข้อคือ การที่เป็นอาหารของเซลล์ การเก็บไว้ในร่างกายและสิ่งที่เหลือจากการใช้ของร่างกายแล้ว

พวกอาหารแป้งและน้ำตาลที่ไปเลี้ยงเซลล์โดยเป็นอาหารของเซลล์

การเก็บไว้ในร่างกายชั่วคราว อาศัยตับกล้ามเนื้อ และเซลล์ของ tissue ตลอดเวลาที่มีการย่อยอาหาร อาหารพวกแป้งและน้ำตาลที่รับประทานเข้าไปจะเปลี่ยนเป็น glucose หรือ fructose ซึ่งเป็นน้ำตาลชั้นเดียว แล้วถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นโลหิตฝอยของลำไส้เล็ก เส้นโลหิตฝอยนี้ไปรวมกันเป็นเข้าสู่ portal tubes นำโลหิตที่เต็มไปด้วยน้ำตาลเข้าสู่ตับ เซลล์ของตับจะจัดการเอาน้ำตาลออกจากโลหิต และเปลี่ยน glucose ซึ่งแต่เดิมเป็นสารที่ละลายได้ให้เป็น glycogen ที่ละลายไม่ได้ เก็บไว้ในเซลล์ของตับ และจะถูกนำออกมาใช้เมื่อร่างกายต้องการ ตับไม่ได้ดึงเอาน้ำตาลออกมาจากโลหิตทั้งหมด เหลือไว้ประมาณ ๐.๐๘–๐.๑๒% ซึ่งจำนวนนี้เป็นจำนวนที่ตับจะควบคุมให้มันคงที่อยู่เสมอ แต่เมื่อโลหิตที่ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ทั่วร่างกาย กล้ามเนื้อและ Tissue อื่น ๆ จะเอาน้ำตาลจากโลหิตแล้วเปลี่ยนให้เป็น glycogen เก็บไว้ใช้เมื่อร่างกายต้องการ % ของ glycogen ในกล้ามเนื้อมีน้อย ถ้าเอาจำนวน

glycogen ที่มีในกล้ามเนื้อทั้งหมดมารวมกัน จะเท่ากับจำนวนของ glycogen ในตับ glycogen นี้จะเก็บไว้ในร่างกายได้อย่างมากที่สุด ๔๐๐ กรัม หรือเกือบ ๆ จะ ๑ ปอนด์

การเปลี่ยน glycogen ให้เป็นน้ำตาลนั้นอาศัย enzymes ในเซลล์ของตับที่ชื่อ glycogenase ความต้องการน้ำตาลของโลหิตนั้นเป็นจำนวนคงที่เสมอ เพราะ tissues ต่างๆ เอาน้ำตาลจากโลหิตไปเป็นจำนวนคงที่ด้วย

จำนวนของอ็อกซิเจนที่จะไปรวมกับน้ำตาลในการทำให้เกิดกำลังงานนั้น แล้วแต่ความต้องการของ tissue โดยเฉพาะพวกกล้ามเนื้อ ถ้าต้องออกแรงมากก็ต้องการอ็อกซิเจนมาก เพราะอ็อกซิเจนถูกใช้ไปมาก

การควบคุมจำนวนน้ำตาลในโลหิต การควบคุมจำนวนน้ำตาลในโลหิตเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเกี่ยวกับการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นการที่ตับทำให้เกิด glycogen น้ำตาลที่เกิดขึ้นในเซลล์ที่เซลล์เปลี่ยนมาจากอาหารพวกโปรตีนและไขมัน การเปลี่ยน glycogen เป็นน้ำตาลเมื่อร่างกายต้องการ การเผาไหม้หรือการใช้น้ำตาลใน tissues และการขับถ่ายน้ำตาลออกทางไต

วิธีการณ์ทั้งหมดนี้ช่วยควบคุมน้ำตาลที่มีอยู่ในโลหิต และแต่ละวิธีก็จัดตัวมันเองให้เข้ากับวิธีการอันอื่น ๆ แต่มันจะไปควบคุมน้ำตาลในโลหิตได้อย่างไรนั้นยังไม่เป็นที่รู้แน่

Insulin เป็นฮอร์โมนที่ได้มาจากตับอ่อน เป็นฮอร์โมนที่สำคัญในการควบคุมการใช้น้ำตาลในโลหิต และเร่งการทำน้ำตาลให้เป็น glycogen และเก็บ glycogen ไว้ในตับและกล้ามเนื้อ มันช่วยควบคุมการทำน้ำตาลในตับอีกต่อหนึ่ง ถ้าในโลหิตมีน้ำตาลมากเกินกว่าปกติจะทำให้เป็นโรคเบาหวาน (diabetes) Insulin ที่เตรียมขึ้นถ้าใช้เป็นยารับประทานจะไม่เกิดผล เพราะมันจะถูกทำลายในทางเดินของอาหาร ถ้าจะให้ได้ผลต้องฉีดเข้าใต้ผิวหนัง

ศูนย์กลางที่ควบคุมน้ำตาลในโลหิตอาจจะอยู่ใน medulla ทั้งนี้เพราะช่วยควบคุมในการเปลี่ยน glycogen ให้กลับคืนเป็นน้ำตาลเมื่อร่างกายต้องการใช้ บางคนกล่าวว่าต่อมหมวกไตทำการควบคุมโดยตรง ถ้าน้ำตาลมีในโลหิตมาก น้ำตาลจะถูกขับออกทางปัสสาวะมาก เป็นโรค glycosuria คนที่เป็นโรคนี้มักจะเป็นคนที่มีอารมย์แรงและเป็นคนตื่น

เต้นง่าย เพราะ epinephrine ที่ออกมาในโลหิตนั้นจะกระตุ้นการเต้นของหัวใจ และจะช่วยเปลี่ยน glycogen ที่มีอยู่ให้เป็นน้ำตาล

หน้าที่ของอาหารพวกคาร์โบไฮเดรท เมื่อเซลล์ได้รับอาหารพวกแป้งหรือน้ำตาลที่เข้าไปเลี้ยงมัน และอาหารพวกนี้จะรวมกับอ็อกซิเจนทำประโยชน์ให้ร่างกายหลายอย่างให้พลังงานในการทำงานของกล้ามเนื้อและพลังงานนี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวต่างๆ ของร่างกาย นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความร้อน เพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้ปกติ การที่น้ำตาล ๑ กรัม มีการรวมกับอ็อกซิเจนจะให้ความร้อน ๔ แคลรอรี่ โดยเหตุนี้ในฐานะที่อาหารจำพวกนี้มีเป็นส่วนใหญ่ในอาหารประจำวันทั้งหมด และมันเป็นอาหารที่ทำให้เกิดกำลังงานง่าย มันจึงเป็นอาหารที่ให้ความร้อนแก่ร่างกายได้อย่างดี เมื่อรับประทานอาหารพวกแป้งมาก อาหารพวกโปรตีนจะลดน้อยลง จะไม่เพียงพอที่จะไปสร้าง tissue ให้เกิดใหม่ อาหารพวกแป้งและน้ำตาลถ้ามากเกินไปจะถูกเปลี่ยนเป็นไขมันเก็บไว้ตามใต้ผิวหนัง ของเสียที่ได้มาจากการใช้อาหารพวกน้ำตาลในร่างกาย จะเป็นพวกคาร์บอนไดอ็อกไซด์และน้ำ

Metabolism ของไขมัน

เมื่ออาหารไขมันถูกย่อยให้เป็น glycerine และ fatty acids และถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกาย มันจะไปรวมกันทำให้เกิดเป็นไขมันในร่างกายอีก การรวมกันนี้จะมี lipase ช่วย ส่วนใหญ่ของไขมันจะผ่านท่อน้ำเหลืองที่อยู่กลาง villi แล้วเข้าสู่ท่อใหญ่ในเยื่อบุลำไส้ก่อนที่จะเข้าสู่ thoracic duct แล้วเข้าสู่กระแสโลหิต นอกจากนี้ยังอาจจะมีไขมันเป็นจำนวนน้อยที่ถูกเส้นโลหิตฝอยของ villi ดูดซึมเข้าไปเข้าสู่ portal tube ผ่านเข้าตับก่อนจะไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อโลหิตนำไขมันไปยังส่วนต่าง ๆ เซลล์ที่ต้องการจะเอาไขมันนี้จากโลหิต เพราะใน tissues ต่าง ๆ ไขมันจะทำหน้าที่คล้าย ๆ กับเชื้อเพลิงที่ให้กำลังงาน

หน้าที่ของไขมัน มีหลายอย่างเช่น ให้กำลังงานในด้านเคมี ถ้าไขมันที่มีน้ำหนักเท่ากับพวกโปรตีนและคาร์โบไฮเดรทจะให้กำลังงานมากกว่า ถ้าอาหารไขมันถูกรับประทานเข้าไปมากและดูดซึมเข้าไปมากกว่าความต้องการของร่างกาย มันจะเก็บไว้ในไขมันที่อยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย อาจจะถูกนำออกมาใช้เมื่อร่างกายต้องการไขมันอาจจะรวมกับสารอื่นเป็นสารประกอบของไขมัน เช่น lecithin ไขมันที่มีอยู่ใน tissues ที่กำลังเจริญ

ต่างจากไขมันที่มีอยู่ในร่างกายอย่างเหลือเฟือ พวกสารประกอบของไขมันที่มี glyceryl radical อาจจะถูกเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลได้

Oxidation หรือการรวมกับอ็อกซิเจนของไขมันในร่างกาย ในการจะแยกอนูของไขมันนั้นอาศัย lipase ที่มีอยู่ใน tissues ไขมันที่เก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นพวก adipose tissues (เช่นตามใต้ผิวหนังและเยื่อบุช่องท้อง) มันไม่มี oxidation ในบริเวณเหล่านั้น เมื่อร่างกายต้องการไขมันเหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นโลหิต แล้วแจกจ่ายให้แก่ tissues ที่ต้องการมัน เราเชื่อว่า lipase ใน tissues นี้ ควบคุมการแจกจ่ายไขมันเข้าสู่โลหิต เหมือนกับ enzymes ของตับที่ควบคุมการแจกจ่ายไขมันเข้าสู่โลหิตภายหลังการทำงานของ lipases จะมี oxidation เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ ทำให้ fatty acid แยกแยะเป็นอนูเล็ก ๆ ลงไปในระยะนี้ของเสียที่จะขับออกมีคาร์บอนไดอ็อกไซด์และน้ำ

Metabolism ของโปรตีน

จากผลของการย่อยโปรตีนจะเป็น amino acid ซึ่งถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นโลหิตฝอยของ villi เทเข้าสู่ portal tube ถูกนำไปยังตับแล้วกลับเข้าในกระแสโลหิตนำไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ในร่างกาย เมื่อผ่านไปตาม tissues ต่าง ๆ มันจะเลือกเอาสิ่งที่มันต้องการใช้ออกจากโลหิต มันอาจจะเอาโปรตีนไปสร้าง tissues ใหม่ หรือซ่อมแซมสิ่งที่เสียไปในการทำงานของร่างกาย Amino acids ไม่ได้ใช้สำหรับสร้าง protoplasm ที่มันสลายไปหรือแอมโมเนียจะถูกปล่อยออกใน tissues แล้วถูกเปลี่ยนเป็น urea ถูกขับออก

Ammonia carbonic acid — ammonium carbonate — ammonium carbamate

$$2NH_3 + H_2CO_3 \text{-------} (NH_4)_2CO_3 \text{-------} NH_4CO_2NH_2$$

ammonium carbarmate — urea + water — (water) H_2O

$$NH_4CO_2NH_2 \text{-------} NH_2CONH_2 + H_2O$$

โลหิตจะมีพวก amino acid อยู่ตลอดเวลา ถึงแม้จะอดอาหารก็ยังมีในโลหิตอยู่ตลอดเวลา และในทางตรงข้ามถ้ารับประทานอาหารโปรตีนมากเพียงใดก็ไม่ทำให้จำนวนของ amino acid เพิ่มขึ้นในโลหิตหรือ tissue ตามที่รับประทาน

Nucleoprotein เป็นโปรตีนที่พบในนิวเคลียสของเซลล์ และพบในเซลล์ของต่อมต่าง ๆ เช่นเซลล์ของตับ ตับอ่อน ต่อมไธมัส ฯลฯ อาหารบางชนิดมีสารจำพวก nucleo-protein มากเช่น ขนมปังหวาน ไต ตับ และปลาซาดีน และที่มีเป็นจำนวนค่อนข้างสูงมีในเนื้อวัว แกะ หมู ไก่ ไก่งวง และปลา ถั่ว ฯลฯ ในการย่อยโปรตีน ๆ จะถูกแยกเอา nucleic acid ออกทำให้เกิดเป็น amino acid และ nucleic acid ที่ถูกแยกให้ออกมานี้จะกลายเป็น purine bodies ซึ่งในที่สุดจะเป็น uric acids

คุณค่าของอาหารในโปรตีนชนิดต่าง ๆ กัน โปรตีนแตกต่างกันในส่วนประสมและในคุณค่าของอาหาร ฉะนั้นโปรตีนจึงแบ่งออกเป็น (๑) adequate protein หมายถึงโปรตีนที่มีสิ่งที่สร้างความเจริญเติบโตและรักษาสุขภาพของร่างกาย (๒) inadequate protein หมายถึงโปรตีนที่มีสารที่ให้แต่กำลังงาน แต่ไม่ใช่บำรุงความเจริญของร่างกาย และซ่อมแซมสิ่งที่สึกหรอ ความแตกต่างทั้ง ๒ อย่างนี้แล้วแต่ลักษณะของ amino acids ตัวอย่างของพวก inadequate เช่น gelatin หรือพวกที่คล้ายวุ้นเป็นพวกที่ย่อยง่ายและมีการดูดซึมง่าย รวมกับสารอื่นได้ดี ทำให้เกิดกำลังงานได้อย่างดี แต่ไม่ช่วยซ่อมแซมสิ่งที่สึกหรอ ตัวอย่างของพวกแรกคือ โปรตีนของนมที่มี amino acids ที่จำเป็นสำหรับร่างกายที่ให้ทั้งกำลังงานและสร้าง tissues (๓) อีกพวกหนึ่งของโปรตีน คือพวกที่ให้ amino acids อย่างเพียงพอ และก็ให้สิ่งอื่นด้วย

BASAL METABOLISM

ที่มาของกำลังงานของร่างกาย เมื่อร่างกายอยู่ในภาวะปกติ ภายหลังที่มีการดูดซึมอาหาร คาร์โบไฮเดรทอาจจะเก็บไว้ในรูปของ glycogen หรือใช้ให้หมดไป หรืออาจจะเปลี่ยนเป็นไขมัน ไขมันที่ได้นี้อาจจะถูกเซลล์อื่นนำไปใช้หรือเก็บไว้ตามอวัยวะต่าง ๆ ก็ได้ หรือพวก glyceryl radical อาจจะเปลี่ยนกลับคืนเป็นพวกคาร์โบไฮเดรทอีก ส่วนโปรตีนที่ถูกดูดซึมไปในรูปของ amino acids อาจจะถูกนำไปสร้างให้เป็นเนื้อหนังของร่างกายหรือถูกดึงเอาแอมโมเนียที่เป็นสารประกอบของมันออก หรืออาจจะถูกใช้ไปหรือเปลี่ยนเป็นพวกคาร์โบไฮเดรทหรือพวกไขมันได้ ร่างกายอาจจะใช้อาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดนี้เพื่อทำให้เกิดกำลังงาน ฉะนั้นทางที่สะดวกที่สุดที่จะให้รู้ถึงกำลังงานที่ได้จากการใช้

อาหารและความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อเซลล์ใช้อาหารเหล่านั้น (เมื่อมี oxidation) ก็โดยเปรียบเทียบคุณค่าของอาหารกับกำลังงานที่ได้รับ กำลังงานที่ได้จากอาหาร โดยเป็นความร้อนออกมานั้นใช้เครื่องมือที่เรียกว่า calorimeter วัดจะได้หน่วยความร้อนเป็นแคลรี่ แคลรอรี่ใหญ่ ๑ หน่วยเท่ากับจำนวนความร้อนที่จะทำให้อุณหภูมิของน้ำ ๑ กิโลกรัม (๒.๒ ปอนด์) ร้อนขึ้น 1°C หรือ ๑ ปอนด์ของน้ำขึ้น 4°F. แคลรี่ใหญ่หรือ large calorie นี้เป็นแคลรอรี่ที่ใช้ในทางสรีรวิทยา อาหารต่าง ๆ จะให้แคลรอรี่เป็นจำนวนต่าง ๆ กัน เช่น

คาร์โบไฮเดรท ๑ กรัม ให้ ๔.๑๐ แคลรอรี่
ไขมัน ๑ กรัม ให้ ๙.๔๕ แคลรอรี่
โปรตีน ๑ กรัม ให้ ๕.๖๕ แคลรอรี่

โปรตีนในร่างกายไม่เคยถูกใช้ไปจนหมด เพราะอย่างไรก็มีพวก urea, creatine, uric acid ฯลฯ ที่ถ่ายออกทางปัสสาวะ ยังมีโปรตีนที่เหลือจากการที่เซลล์ใช้แล้ว โปรตีนพวกนี้ ๑ กรัมให้ ๑.๓ แคลรอรี่ ดังนั้นเซลล์ของร่างกายจะรับเอาโปรตีนไว้ ๔.๓๕ แคลรอรี่ (๕.๖๕—๑.๓) ในทุก ๆ กรัมของโปรตีนที่เซลล์รับเข้าไป มันจะ oxidized พวกคาร์บอนและไฮโดรเจนได้หมด แต่ส่วนไนโตรเจนนั้นได้เป็นบางส่วนเท่านั้น กล่าวกันว่า เฉลี่ยแล้วอาหารต่าง ๆ ที่ถูกดูดซึมเข้าไปนั้นมีคาร์โบไฮเดรท ๙๙ % ไขมัน ๙๕ % และโปรตีน ๙๒ % ที่เซลล์นำไปใช้ แต่ก็มีอาหารบางส่วนที่หายไปในการย่อย เพราะฉะนั้นคุณค่าของอาหารที่ได้รับจะเป็น

คาร์โบไฮเดรท ๑ กรัมให้ ๔ แคลรอรี่ (๙๙ % คูณ ๔.๑๐ แคลรอรี่)
ไขมัน ๑ กรัมให้ ๙ แคลรอรี่ (๙๕ % คูณ ๙.๔๕ แคลรอรี่)
โปรตีน ๑ กรัมให้ ๔ แคลรอรี่ (๙๒ % คูณ ๔.๓๕ แคลรอรี่)

Basal metabolism หมายถึงพลังงานหรือกำลังงานที่ต้องการที่จะให้ร่างกายมีชีวิตอยู่ คำนี้ถ้าจะใช้ในความหมายของทางแพทย์แสดงถึงจำนวนพลังงานของ metabolism ของร่างกาย เมื่อนอนอยู่เฉย ๆ หรือพักผ่อนในห้องที่มีอากาศกำลังสบายที่สุด ซึ่งเป็นระยะหลังจากมีการย่อยแล้วประมาณ ๑๒—๑๘ ชั่วโมง ภายหลังอาหารมื้อสุดท้าย ถึงแม้การย่อย

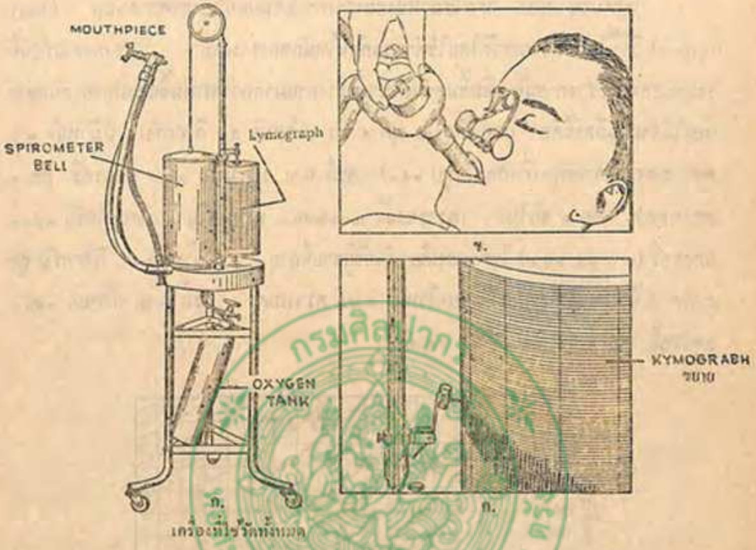
และการดูดซึมของอาหารผ่านพ้นไปแล้ว แต่ร่างกายยังต้องแจกจ่ายกำลังงานให้แก่ร่างกาย เช่นความอบอุ่น การทำงานของเซลล์ต่าง ๆ มีการหายใจ การไหลเวียนของโลหิตแต่กำลังงานที่ต้องการนี้เป็นเพียงส่วนน้อยที่สุดที่จะให้ร่างกายดำรงชีวิตอยู่ได้ ฉะนั้นอัตราของ basal metabolic rate หรือเรียกย่อ ๆ ว่า B.M.R. เป็นอัตราที่คำนวณจำนวนของกำลังงานทั้งหมดที่ต้องการจากอาหาร ทั้งนี้เพื่อใช้วินิจฉัยโรค

Basal metabolism อาจจะวัดโดยตรงโดยการเก็บเอาอากาศที่หายใจออก และวัดความร้อนที่ออกมากับอากาศนั้น หรือจะใช้วัดโดยทางอ้อม เพราะความร้อนที่ออกมาเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของการหายใจ ฉะนั้นจึงต้องใช้ปฏิภาคของการหายใจ Respiratory quotient (R.Q.) ซึ่งเป็นเศษส่วนระหว่างปริมาตรของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่ขับออก มาต่อปริมาตรของอ๊อกซิเจนที่หายใจเข้า ทั้งนี้หมายความว่ากำลังงานนั้นคำนวนได้จากจำนวนของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่ขับออก และอ๊อกซิเจนที่ถูกดูดซึมไปมีค่าเท่ากับความร้อนที่ถ่ายออกจากร่างกาย

จำนวนอ๊อกซิเจนที่ต้องการที่จะเอาไปเผาไหม้พวกคาร์โบไฮเดรท ไขมันและโปรตีนนั้นจะแตกต่างกัน ในการเผาไหม้พวกคาร์โบไฮเดรท จำนวนของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่เกิดขึ้น จะเท่ากับปริมาตรของอ๊อกซิเจนที่ถูกดูดซึมไป เพราะฉะนั้นจำนวนของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่หายใจออกหารด้วยจำนวนอ๊อกซิเจนที่หายใจเข้าหรือ respiratory quotient (R.Q.) จะเท่ากับ

$$\frac{\text{ปริมาตรของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่หายใจออก}}{\text{ปริมาตรของอ๊อกซิเจนที่หายใจเข้า}} = \text{R.Q.} = 1$$

R.Q. ของไขมันที่คำนวนได้ จะมีความแตกต่างกับ R.Q. ของคาร์โบไฮเดรทเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะน้ำหนักของอนูแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยทั่ว ๆ ไปจะเห็นว่าคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่เกิดขึ้นน้อยกว่าอ๊อกซิเจนที่ใช้ไปในร่างกาย



กรมศิลปากร

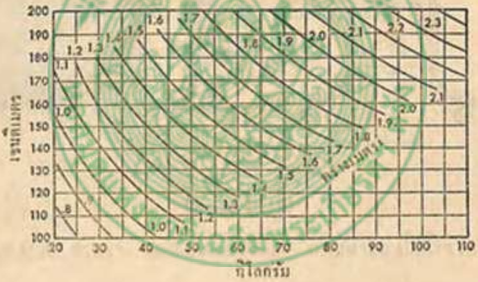
(รูปที่ ๒๓๕)

(*เครื่องใช้ในการบันทึก* basal metabolism *หรือวัด* B.M.R.)

ถ้าการเผาไหม้คาร์โบไฮเดรทเป็นแต่เพียงอย่างเดียว R.Q.=1 และในทำนองเดียวกัน โปรตีนจะเท่ากับ 0.80–0.82 และในไขมัน = 0.7 ตามปกติ R.Q.=0.85 แต่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้

วิธีวัด basal metabolism มีหลายวิธี บางวิธีใช้คำนวนกับน้ำหนักของร่างกาย ตามธรรมดาไม่ค่อยใช้วิธีนี้เพราะไม่ได้ผลแน่นอน นอกจากจะใช้ในเวลาอันรวดเร็วและเพื่อความสะดวก ถ้า basal rate เท่ากับ ๑ ในทุก ๑ ก.ก. ของน้ำหนักของร่างกายใน ๑ ชั่วโมง เพราะฉะนั้นถ้าเด็กในรุ่นหนุ่มสาวที่สูง ๕ ฟุต ๔ นิ้ว และน้ำหนัก ๗๐ กิโลกรัม จะมี basal metabolism หรือ B.M. เป็น ๑.๖๘๐ แคลอรี่ ใน ๒๔ ชั่วโมง

วิธีคำนวน B.M. โดยใช้ผิวหนังของร่างกายที่สัมผัสกับอากาศภายนอก (body surface) วิธีนี้ได้ผลกว่าการวัดโดยใช้คำนวนกับน้ำหนักของร่างกาย เพราะความร้อนที่ระบายออกจากร่างกายนั้น เพิ่มขึ้นตามส่วนของร่างกายมากกว่าจะเพิ่มขึ้นตามอายุ ตัวอย่างของวิธีคำนวนมีดังนี้คือ ผู้หญิงที่สูง ๕ ฟุต ๔ นิ้ว น้ำหนัก ๕๖ กิโลกรัม มีผิวหนัง ๑.๖ ตารางเมตร (จากตารางที่แสดงในรูป ๒๔๐) จะมี B.M. ประมาณ ๓๖.๙ แคลรอรี่ ต่อ ๑ ตารางเมตร ต่อ ๑ ชั่วโมง เพราะฉะนั้น metabolism ทั้งหมดใน ๑ วันจะเท่ากับ ๑๔๐๐ แคลรอรี่ (๑.๖ ๒๔ ๓๖.๙) ในทำนองเดียวกันถ้าผู้ชายที่อายุ ๕๐ ปี น้ำหนัก ๗๐ กิโลกรัม สูง ๕ ฟุต ๘ นิ้ว ซึ่งมีความกว้างของผิวหนัง ๑.๘๓ ตารางเมตร จะมี B.M. ทั้งหมด ๑๗๐๐ แคลรอรี่ ต่อ ๑ วัน (๑.๘๓ ๒๔ ๓๙.๗)



(รูปที่ ๒๔๐)

(แบบฟอร์มสำหรับคิด body surface ของเด็กหนุ่มที่คิดจากน้ำหนัก และส่วนสูง ส่วนสูงที่เป็นนิ้ว หารด้วย ๐.๓๙๓ จะเป็นเซนติเมตร น้ำหนักที่เป็น ปอนด์ หารด้วย ๒.๒ เป็นน้ำหนักที่เป็นกิโลกรัม จะได้จำนวนของ body surface ที่เอาไปคำนวนกับจำนวนแคลรอรี่ และจำนวนชั่วโมงเป็น B.M.R)

การเปลี่ยนแปลงของ B.M.R. นั้นแล้วแต่เหตุหลายอย่าง เช่น อายุ เพศ การนอนหลับ พักผ่อน และ internal secretion ในผู้หญิงอัตราจะต่ำกว่าในผู้ชายและในคนที่มีอายุ

มากขึ้น B.M.R. จะลดลง แต่ในคนที่ออกกำลังมากและเป็นเวลานานจะเพิ่มอัตราของมันได้ การขาดอาหารเป็นเวลานาน จะทำให้ B.M.R. ลดลง และในชนบางชาติบางเผ่า อารมณ์ที่แสดงต่าง ๆ จะทำให้ B.M.R. เพิ่มขึ้น และถ้าอากาศร้อน B.M.R. จะลดลง

จำนวนแคลอรี่ที่ร่างกายต้องการในวันหนึ่ง ๆ ในคนที่มีน้ำหนักคงที่ คือไม่ขึ้นหรือลง จำนวนของแคลอรี่ที่ถ่ายออกมา (วัดโดย calorimeter) จะเท่ากับจำนวนแคลอรี่ที่รับเข้าไป ฉะนั้นในอาหารประจำวันจึงต้องมีจำนวนแคลอรี่ให้เพียงพอกับแคลอรี่ที่ใช้ไป เมื่อ B.M. เป็นจำนวนความร้อนที่ถ่ายออก เมื่อร่างกายอยู่ในระยะพักผ่อนอย่างดีที่สุด (อวัยวะต่าง ๆ ทำงานน้อยที่สุด มักวัดตอนเช้าภายหลังที่นอนหลับมาแล้วสบายตลอดคืน ก่อนวัดอย่าให้รับประทานอาหารเช้า และคนไข้ต้องนอนพักในเตียงอย่างน้อย ๑๕ นาที ผ่านไปแล้วอัตราที่ได้เป็น B.M.R. แต่ถ้าให้คนไข้ออกแรงเพียงเล็กน้อย คือเปลี่ยนจากท่านอนมาเป็นนั่งก็จะทำให้ B.M.R. ขึ้นสูงได้ การเปรียบเทียบ B.M.R. และ M.R. ที่ต้องทำงานต่าง ๆ ชนิดกัน แสดงว่างานที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความร้อนที่ถ่ายออกเพิ่มขึ้น การทำงานของกล้ามเนื้อแม้เพียงนิดหน่อยจะเพิ่ม M.R. ได้ การเพิ่มนี้ถ้าประมาณและคำนวนให้เป็นส่วนเฉลี่ยตามแคลอรี่ที่ร่างกายต้องการ จะเป็นดังนี้คือ

งานที่เบามาก หรือเพียงแต่นั่งพักเฉย ๆ	ต้องการ	๑๐๐	แคลอรี่	ต่อ	๑ ช.ม.
งานเบา	,,	๑๒๐	,,	,,	๑ ช.ม.
งานบ้านกลาง	,,	๑๗๕	,,	,,	๑ ช.ม.
งานหนัก	,,	๓๕๐	,,	,,	๑ ช.ม.

ความต้องการโปรตีนของร่างกาย อาหารที่เรารับประทานควรจะพิจารณาถึงปริมาณและคุณภาพ ในด้านปริมาณควรจะเป็น ๖๐–๑๐๐ กรัม หรือได้ ๑๐–๑๕% ของแคลอรี่ที่ได้ทั้งหมด เพราะฉะนั้นถ้ารับประทาน ๗๕ กรัม ใน ๑ กรัม ได้ ๔ แคลอรี่ จะเป็นจำนวนที่ต้องการ ๓๐๐ แคลอรี่ ต่อ ๑ วัน ๖.๕% ของโปรตีนเป็น ไนโตเจน ดังนั้นในวันหนึ่งจะรับประทานไนโตรเจน ๑.๗๕ กรัม ส่วนในด้านของคุณภาพควรจะได้พิจารณาว่า amino acid ที่ได้จากมันคล้ายกับที่มีในร่างกายของเราหรือเปล่า amino acid ที่ว่านี้ต้องคำนึงถึงจำนวนและชนิดของมัน

ความสมดุลย์ของไนโตรเจนที่มีในร่างกาย (Nitrogen equilibrium)

ไนโตรเจนจะมีในปัสสาวะที่ถ่ายออกมาเสมอ ถึงแม้ว่าจะรับประทานอาหารที่ไม่มีไนโตรเจนนี้แสดงว่าเมื่อร่างกายไม่มีอาหารที่มีไนโตรเจนจะใช้ ร่างกายจะใช้ไนโตรเจนที่มีในตัวมันเอง ไนโตรเจนที่ได้มาจากอาหารโปรตีนนั้น ไม่ได้เก็บไว้ในร่างกายเลย ส่วนใหญ่จะถ่ายออกทางปัสสาวะ มีเป็นจำนวนน้อยที่ถ่ายออกทางอุจจาระ ดังนั้นร่างกายต้องได้รับไนโตรเจนทุกวันจึงจะพอดีกับไนโตรเจนที่ต้องเสียไป เมื่อเป็นดังนี้ร่างกายจะมีไนโตรเจนอยู่ในสภาพสมดุลย์เมื่อร่างกายกำลังอยู่ในระยะเจริญเติบโต และในระยะพักฟื้นต้องรับประทานอาหารที่มีโปรตีนมาก เพื่อโปรตีนที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการสร้าง protoplasm ของเซลล์ ถ้าในระยะเหล่านี้รับประทานโปรตีนไม่เพียงพอ แสดงว่าร่างกายต้องใช้โปรตีนของมันที่มีอยู่ อย่างน้อยที่สุดต้องได้โปรตีน ๔๐ กรัมต่อวัน จึงจะรักษาปริมาณของไนโตรเจนในร่างกายไว้คงที่ได้ การรับประทานอาหารที่มีโปรตีนมากทำให้ร่างกายแข็งแรง และมีสมรรถภาพดี

จากผลของการทดลอง จำนวนโปรตีนที่เฉลี่ยแล้วควรเป็น ๑๐% ของอาหารที่รับประทานหรือเพิ่มจำนวนขึ้น เป็น ๖๐–๑๐๐ กรัม หรือให้มากกว่า ๑ กรัม ต่อ ๑ กิโลกรัมของน้ำหนักของร่างกาย

ความต้องการไขมัน ร่างกายควรได้รับไขมัน ๒๕–๓๕% ของแคลอรี่ทั้งหมดที่รับประทานเข้าไปในวันหนึ่ง ทั้งนี้ควรไม่เกิน ๒๐% ของน้ำหนักของคาร์โบไฮเดรทที่คิดเป็นกรัม หรือ ๖๕–๑๐๐ กรัมของไขมัน ถ้า ๑ กรัมให้ ๙ แคลอรี่ ๆ ที่ได้จะอยู่ในระหว่าง ๕๗๕–๑๐๕๐ แคลอรี่ ต่อ ๑ วัน

ความต้องการคาร์โบไฮเดรท ร่างกายต้องการคาร์โบไฮเดรท ๓๕๐ หรือ ๑๔๐๐ แคลอรี่ ต่อ ๑ วัน ส่วนจำนวนของมันแล้วแต่ชนิดของอาหาร ในคนที่มีสุขภาพดีมักจะรับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรทมาก ดังนั้นอย่าลืมว่าอาหารพวกนี้เก็บไว้ในร่างกายเหมือนอย่างไขมันได้

ความต้องการน้ำ ในวันหนึ่งจะถ่ายน้ำออกทางปัสสาวะประมาณ ๑๓๐๐ ซีซี ทางผิวหนัง ๕๐๐ ซีซี ทางปอด ๕๐๐ ซีซี ทางอุจจาระ ๑๐๐ ซีซี ดังนั้นจำนวนทั้งหมดจะเท่ากับ ๒๔๐๐ ซีซี และในวันหนึ่งจะมีน้ำประมาณ ๕๐๐ ซีซี ที่มาจากเซลล์ที่ถูกทำลาย ใน

ร่างกาย เพราะฉะนั้นเอาจำนวนนี้ลบออกเป็นน้ำที่ต้องถ่ายออกจากร่างกาย ๒๑๐๐ ซีซี เป็นจำนวนที่ร่างกายต้องดื่มน้ำอย่างน้อยในวันหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ร่างกายขาดน้ำ

ร่างกายต้องการแคลอรี่ประมาณ ๓๐๐๐ แคลอรี่ต่อ ๑ วัน ซึ่งจำแนกออกเป็นอาหารต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ชนิดอาหาร	แคลอรี่	คิดเป็น % ของแคลอรี่ทั้งหมด	น้ำหนักเป็นกรัม
คาร์โบไฮเดรท	๑ ๕๕๐	๔๘	๓๘๐
ไขมัน	๑ ๒๐๐	๔๐	๑๓๓
โปรตีน	๓๖๐	๑๒	๙๐

ความต้องการอาหารของเซลล์ อาหารที่จะไปเลี้ยงเซลล์ทั้งชนิดและจำนวนนั้นควบคุมโดยน้ำเหลืองที่จะพาไปเลี้ยงเซลล์ให้ทั่วถึงกัน ขั้นแรกอาหารที่จะเข้าไปในร่างกายจะต้องมีจำนวนแคลอรี่ให้เพียงพอ ที่จะให้ร่างกายมีความอบอุ่น และเพียงพอแก่การทำงานของกล้ามเนื้อ โดยเหตุนี้เซลล์ทั้งหลายจึงจะทำงานตามปกติได้

เนื้อที่ ๆ เป็นที่บรรจุอาหารที่อยู่ในทางเดินของอาหารนั้น จะป้องกันไม่ให้รับประทานอาหารมากเกินไปหรือน้อยเกินไป ถ้าร่างกายต้องการอาหารมากจะรู้สึกหิวบ่อย อารมณ์และความเหนื่อยเพลียจะเป็นสิ่งสำคัญที่เกี่ยวกับการย่อยอาหาร ความมีใจสบายและอารมณ์รื่นเริงจะรับประทานอาหารได้ดี

สรุป

การดูดซึมอาหาร
- เป็นการผ่านของอาหารที่ย่อยแล้วจากทางเดินของอาหาร เข้าไปในกระแสโลหิต
- ทั้งนี้แล้วแต่
  - (๑) เนื้อที่ ๆ จะมีการดูดซึม
  - (๒) เวลาที่อาหารได้เกลือกกลั้วกับที่นั้น ๆ
  - (๓) ความเข้มข้นของอาหารที่ย่อยแล้ว

การดูดซึมอาหาร (ต่อ)

- **ลำไส้เล็ก**
  - ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในลำไส้เล็ก
  - (๑) มี circular folds และ villi ทำให้เนื้อที่ภายในลำไส้เล็กมีมากขึ้น
  - (๒) อาหารอยู่ในลำไส้เล็กหลายชั่วโมง
  - (๓) การย่อยครั้งสุดท้าย เกิดขึ้นในลำไส้เล็กฉะนั้นความเข้มข้นของมันจึงสูงกว่าในโลหิต
- **ทางที่อาหารผ่านไป**
  - ๑ พวกน้ำตาล, amino acid และบางส่วนของ glycerine และ fatty acid จะผ่านไปทางเส้นโลหิตฝอยของ villi แล้วนำเข้า portal tube เข้าสู่ตับ
  - ๒ พวกไขมัน และ glycerine เข้าสู่เส้นน้ำเหลืองที่อยู่กลาง แล้วเทเข้าสู่เส้นใหญ่ก่อนที่จะเข้าสู่ thoracic duct
- **กระเพาะอาหาร**
  - พวกแอลกอฮอล์ และสารละลายของแอลกอฮอล์ และพวกน้ำตาลบ้างเล็กน้อย และ amino acid บางส่วนอาจจะถูกดูดซึมในนี้
  - ไม่มีการดูดซึมพวกน้ำ
- **ลำไส้ใหญ่**
  - การดูดซึมของอาหารน้อย
  - มีการดูดซึมน้ำมาก

ที่ ๆ มีการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้ว

- น้ำถูกดูดซึมในลำไส้เล็ก แต่เป็นที่มีการขับ secretion ออกมา ฉะนั้นที่ ๆ ดูดน้ำเข้าไปเลี้ยงร่างกายได้มากจึงเป็นลำไส้ใหญ่
- เกลือ–ทุก ๆ ส่วนของลำไส้เล็กดูดซึมได้ แล้วแต่ความเข้มข้นของสารละลายของเกลือ
- น้ำตาล–เส้นโลหิตฝอยของ villi
- Fatty acid และ glycerine ในเส้นน้ำเหลืองของ villi
- Amino acid ผ่านเข้าเส้นโลหิตฝอยของ villi

Metabolism

- เป็นวิธีการณ์ตั้งแต่อาหารเข้าสู่ร่างกายจนกระทั่งถูกขับออก แต่ในบทนี้หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด ที่เกิดขึ้นในเซลล์เท่านั้น
- **ประกอบด้วย**
  - Anabolism เป็นวิธีการของเซลล์ที่มีชีวิต รับอาหารที่ได้มาจากโลหิต และทำให้เป็นน้ำเลี้ยงภายในเซลล์ และอาหารที่เก็บไว้ในเซลล์

Metabolism (ต่อ)

- **ประกอบด้วย**
  - Catabolism วิธีเซลล์ที่มีชีวิต เปลี่ยนแปลงไปเป็น simple substance โดยเป็น (๑) ส่วนหนึ่งของน้ำเลี้ยงเซลล์ หรือส่วนหนึ่งของตัวเซลล์ที่แยกออกมา
  - วิธีของ catabolism
    - (๑) การทำอณูที่ใหญ่ให้เป็นอณูที่เล็กและเสียน้ำไป
    - (๒) Hydrolysis เหมือนข้อ ๑ แต่มีการดูดซึมน้ำ
    - (๓) Oxidation หรือการที่ออกซิเจนรวมกับสารที่อยู่ในเซลล์ และในเวลาเดียวกันมี reduction เกิดขึ้นด้วย
- **หน้าที่**
  - ให้ความเจริญและซ่อมแซม tissues
  - ให้กำลังงานทางเคมีที่ออกมาเป็นความร้อน ช่วยในการทำงานของประสาทและกล้ามเนื้อเป็นต้น
  - สิ่งที่ทำให้เกิด oxidation
    - (๑) มีออกซิเจนที่ดูดซึมไปจากปอด
    - (๒) enzymes ที่ขับออกมา
    - (๓) ฮอร์โมนที่ขับจากต่อมไม่มีท่อ
    - (๔) ไวตามินที่ได้มาจากอาหาร
    - (๕) ระบบประสาท

metabolism ของคาร์โบไฮเดรท

- คาร์โบไฮเดรทได้มาจากอาหารที่รับประทานเข้าไป
- เก็บไว้ชั่วคราวในตับ กล้ามเนื้อ และเซลล์ของ tissues ในรูปที่เป็น glycogen
- การขับของเสียที่เกิดจากมัน แล้วแต่ tissue ที่ต้องการกำลังงานมากหรือน้อย ถ้าต้องการกำลังมาก หรือใช้มากของเสียมาก
- **การรักษาระดับน้ำตาลในโลหิต**
  - Insulin ควบคุมการใช้น้ำตาลในโลหิตโดย
    - ๑ ควบคุมจำนวนน้ำตาลที่มีอยู่ในโลหิต
    - ๒ เร่งการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็น glycogen
    - ๓ ควบคุมการทำน้ำตาลที่ได้จากไขมันและโปรตีน
    - ๔ ถ้ามีน้ำตาลมากทำให้เป็น acidosis
  - การใช้ insulin
    - การรับประทานไม่เกิดผล
    - ต้องฉีดเข้าใต้ผิวหนัง
  - อาจจะมีศูนย์กลางการใช้น้ำตาลอยู่ใน medulla
- เป็นที่มาของกำลังงานของกล้ามเนื้อ และการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

metabolism ของคาร์โบไฮเดรท (ต่อ)

- หน้าที่
  - รักษาอุณหภูมิของร่างกาย
  - เก็บไว้ในร่างกายในรูปของ glycogen เพื่อใช้ในเมื่อร่างกายต้องการ
  - ถ้ามีคาร์โบไฮเดรทมากจะเปลี่ยนเป็นไขมันได้
  - ช่วยในการใช้ไขมัน
- ของเสีย ถ้า oxidized หมด เป็นคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และน้ำ

Metabolism ของไขมัน

- เมื่อย่อยแล้วเป็น glycerine และ fatty acids ผ่านเข้าเส้นน้ำเหลืองของ villi อาจจะเข้าไปรวมกันกลับเป็นไขมันอีก ทั้งนี้อาศัย lipase
- หน้าที่
  - เป็นเชื้อเพลิง คือให้ความร้อนและพลังงานอีกรูปหนึ่ง
  - เก็บไว้เป็นไขมันตามอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย
  - ทำขึ้นเป็นพวกสารประกอบของไขมัน
  - Glyceryl radical อาจจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล
  - ชั้นแรกอาศัย lipase
  - lipase ควบคุมการจ่ายพวกไขมันเข้าไปในเส้นโลหิต ภายหลังการทำงานของ lipase เกิด oxidation เมื่อ oxidation ได้หมดของเสียเป็น CO_2 และน้ำ ถ้า oxidation ไม่หมดจะเกิดมี acetone
- ไขมันในร่างกายมาจาก อาหารพวกไขมัน แป้งหรือน้ำตาล และโปรตีน
- โรคอ้วนฉุ
  - อาจจะเป็นเพราะรับประทานอาหารมากกว่าร่างกายต้องการ
  - หรือการไม่ออกกำลังกายเลย หรือทั้ง ๒ อย่างรวมกัน
  - นอกจากนี้ก็เนื่องจากต่อมไม่มีท่อทำงานไม่ปกติ

Metabolism ของอาหารโปรตีน

- ถูกดูดซึมไปในรูปของ amino acid เข้าทางเส้นโลหิตฝอยของ villi
- ประโยชน์
  - ใช้ในการซ่อมแซม tissues
  - ใช้ในการสร้าง tissues ใหม่
- Amino acid ที่ใช้ในการสร้างนำเลี้ยงเซลล์นั้น ถูกแยกเอาพวกแอมโมเนียออก เหลือเป็นพวก N_2group
- Nitrogen group ที่มีการ oxidized จะเป็นคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และน้ำ หรือถูกเปลี่ยนให้เป็นพวกน้ำตาล
- Nucleoprotein
  - ถูกเปลี่ยนหลายต่อ ผลสุดท้ายจะเป็น urea
  - ที่ได้มาจากการย่อย โดยแยกเอา amino acid ออก

Nucleprortein ของอาหาร โปรตีน (ต่อ)
- Metabolism
  - จากพวกโปรตีน และย่อยให้เป็น amino acid
  - Nuclic acid ทำให้เกิด purine body ที่อยู่ใน uric acid ที่ต้องถ่ายออกนอกร่างกาย
- ในทางคุณค่าของอาหาร โปรตีนอาจจะให้กำลังงานด้วย

Basal Metabolism
- เป็นต้นเหตุของกำลังงานทั้งหลายที่จะสร้าง tissues และให้อวัยวะต่าง ๆ ทำงานตามปกติ
- แคลรอรี่
  - หน่วยวัดความร้อนที่เกิดขึ้น
  - Large calorie จำนวนความร้อนที่ทำให้น้ำ ๑ กิโลกรัม ร้อนขึ้น 1°C หรือ ๑ ปอนด์ขึ้น 4°F
- คาร์โบไฮเดรท ๑ กรัมให้ ๔ แคลรอรี่
- ไขมัน ๑ กรัมให้ ๙ ,, ,,
- โปรตีน ๑ กรัมให้ ๔ ,, ,,
- B.M. เท่ากับกำลังงานที่ต้องการที่จะให้ร่างกายมีชีวิตอยู่
- R.Q.
  - ปฏิกาการระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ที่ขับออก กับออกซิเจนที่หายใจเข้า
- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นใน B.M. แล้วแต่อายุ, เพศ, internal secretion.

แคลรอรี่ที่ต้องการในวันหนึ่ง ๆ
- แล้วแต่ body surface งานที่กระทำ การพักผ่อนหลับนอน
- ต้องการโปรตีน ๑๐—๑๕%
- จะรักษาจำนวน ของไนโตรเจน ที่มีในโลหิตให้คงที่ ต้อง รับประทานอาหาร โปรตีน ๔๐ กรัม ต่อ ๑ วัน
- ต้องการไขมัน ๒๕—๓๕%
- คาร์โบไฮเดรทที่ต้องการแล้วแต่ชนิดของอาหาร และจำนวนของไขมันที่ได้รับ

ความสำคัญของอาหารที่จะไปเลี้ยงร่างกาย
- แล้วแต่ชนิดของอาหาร และความเข้มข้นของอาหารแต่ละชนิด
- ให้มีธาตุที่จำเป็นแก่ร่างกายเป็นจำนวนเพียงพอ
- มีแคลรอรี่ พอที่จะให้กำลังงาน และเลือกอาหารให้เหมาะกับความต้องการของร่างกาย

กรมศิลปากร

บทที่ ๒๑

ระบบขับถ่ายปัสสาวะ โครงสร้าง, Histology สรีรวิทยา ปัสสาวะ และการขับถ่าย

ได้อธิบายแล้วว่า ไดหิตที่ไปเลี้ยงร่างกายโดยสม่ำเสมอกันนั้น เพราะต้องนำอาหารและสารเคมีบางชนิดที่ได้รับจากระบบการย่อยอาหาร และอากาศที่หายใจเข้าไปให้แก่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อเซลล์ได้รับอาหารต่างก็ต้องทำงานของมัน ซึ่งทำให้เกิดกำลังงาน ในระหว่างจะมีของเสียเกิดขึ้นที่ต้องขับออกนอกร่างกาย

ของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกาย (Waste products)

ของเสียเหล่านี้ มีพวกคาร์บอนไดอ็อกไซด์ น้ำ เกลือของพวกอินทรีย์ และอนินทรีย์ ผม เล็บ ผิวหนังที่หลุดออกมา และกากอาหาร นอกจากนี้อาจจะมีเชื้อโรคที่ตายหรือพวกที่มีชีวิต ซึ่งขับออกมาเป็นจำนวนมากในอุจจาระ

ของเสียที่เซลล์ถ่ายออกเมื่อมี metabolism คือ

(๑) พวกของเหลว ได้แก่น้ำที่ขับออกมา

(๒) พวกแกส ได้แก่ คาร์บอนไดอ็อกไซด์

(๓) พวกเกลือที่อยู่ในลักษณะละลาย { เกลือของพวกไนโตรเจนเช่น urea
เกลือพวกอนินทรีย์ ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

(๔) ความร้อน

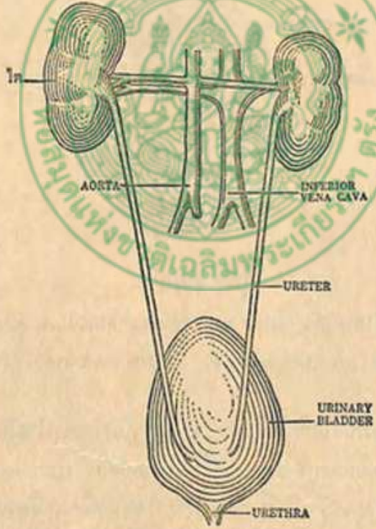
ของเสียเหล่านี้ที่ร่างกายไม่ต้องการ และต้องขับออกนอกร่างกายทั้งนั้น

อวัยวะที่ช่วยในการขับถ่าย

อวัยวะมีหน้าที่ช่วยในการขับถ่ายนั้นมีดังต่อไปนี้

อวัยวะ	ของเสียที่ขับออกมาส่วนมากเป็น	นอกจากนั้นมี
ปอด	คาร์บอนไดอ๊อกไซด์	น้ำและความร้อน
ไต	น้ำ เกลือที่ละลายได้ สิ่งที่เป็นผลมาจากการใช้พวกโปรตีน และพวกที่เป็นด่างบางชนิด	คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ กับความร้อน
ทางเดินของอาหาร	กากอาหาร และพวกน้ำย่อยต่าง ๆ	น้ำคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ เกลือ และความร้อน
ผิวหนัง	ความร้อน	น้ำคาร์บอนไดอ๊อกซด์ เกลือ ผม เล็บ ผิวหนังที่หลุดออก

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ... ตรัง



(รูปที่ ๒๔๑)

(*อวัยวะที่อยู่ในระบบขับถ่ายปัสสาวะ มองจากด้านข้างหลัง*)

ระบบขับถ่ายปัสสาวะประกอบด้วยอวัยวะต่อไปนี้คือ (๑) ไตมี ๒ ข้างเป็นที่ ๆ สำหรับทำให้เกิดปัสสาวะ โดยเอาสิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการออกมาจากโลหิต (๒) ท่อปัสสาวะที่ต่อจากไตไปยังกระเพาะปัสสาวะ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ureter (๓) ที่เก็บปัสสาวะ หรือกระเพาะปัสสาวะที่เรียก bladder (๔) Urethra ท่อปัสสาวะที่ต่อจากกระเพาะปัสสาวะ สำหรับนำปัสสาวะออกสู่ภายนอก

โครงสร้างของไต ไตเป็นต่อมชนิด commpound tubular gland อยู่ข้างหลังของช่องท้อง แต่ละข้างของมันอยู่ข้าง ๆ ของกระดูกสันหลัง และอยู่ข้างหลังของ peritoneal cavity โดยอยู่ระหว่างริมบนของกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๑๒ และกระดูกเอวอันที่ ๓ ไตข้างขวาจะอยู่ต่ำกว่าไตข้างซ้ายนิดหน่อย เพราะมีตับอยู่ข้างบน

(รูปที่ ๒๔๒)

(รูปไตของคนผ่าตามยาว ไตแต่ละอันจะยาวประมาณ ๑๑.๒๕ ซม. กว้าง ๕–๗.๕ ซม. และหนา ๒.๕ ซม. น้ำหนัก ๑๓๕ กรัม) (Henle)

ไตแต่ละข้างและเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยง มันฝังอยู่ในก้อนของไขมันที่เป็นพวก adipose capsules ข้างนอกของมันมีพวกพังผืดที่เหนียวหุ้มไว้อีกทีหนึ่ง เรียก renal fasciae พังผืดนี้ติดต่อกับเยื่อเหนียวที่หุ้มเนื้อไต ซึ่งตอนล่างของไตพังผืดนี้จะเหนียวมาก และหนาที่สุด ไตอยู่กับที่ได้โดยมี renal fasciae ช่วยยึดไว้ นอกจากนี้มีพังผืดของ quadratus lumborum และ psoas major muscles กับพังผืดของกระบังลม และความกดดันของอวัยวะที่อยู่ใกล้ ๆ ซึ่งอาจจะมีส่วนช่วยด้วย

ไต มีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่ว ตรงกลางของมันที่อยู่ทางด้านกลางของลำตัวจะเว้าเข้า ตอนนี้ที่เรียกว่า hilum ซึ่งเป็นทางผ่านออกของ ureter และพวกเส้นโลหิต น้ำเหลือง และเส้นประสาทที่ส่งเข้าและออกจากไต ไตแต่ละข้างมีเยื่อเหนียวพวก fibrous tissue จะหุ้มเนื้อไตไว้ตรงที่ hilum นี้พวกเยื่อเหนียวที่หุ้มจะไปติดต่อเป็นเนื้อเดียวกับเยื่อที่หุ้มชั้นนอกของ ureter ถ้าไตถูกผ่าตามยาวออกเป็น ๒ ซีก จะเห็นว่าปลายบนของท่อไต (ureter) นั้นขยายกว้างออกเป็นช่องที่ใหญ่ เรียก pelves ของไต และเนื้อไตจะแบ่งออกเป็น ๒ ชั้น ๆ นอกสุดเรียก cortex ชั้นในเรียก medulla ระหว่างชั้นทั้ง ๒ นี้เป็นที่อยู่ของพวกเส้นโลหิตดำและแดงที่เรียก arterial arches และ venous arches (ดูรูปที่ ๒๕๓, ๒๕๕, ๒๕๖, และ ๒๕๗)

กรมศิลปากร

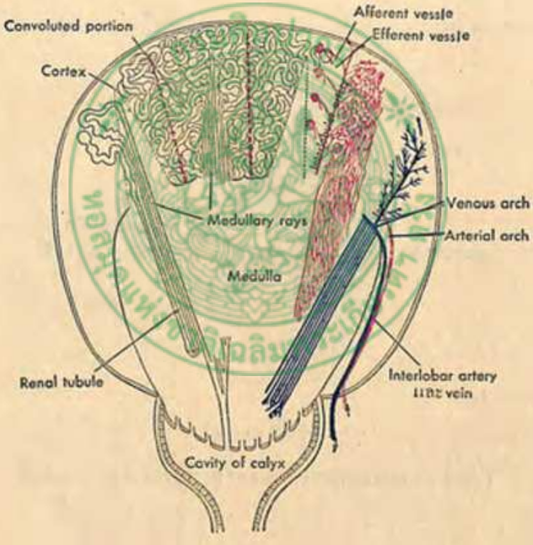
(รูปที่ ๒๕๓)

(ไตผ่าตามยาวแสดงส่วนละเอียดข้างใน) (T. H. Huxley)

Medulla เป็นเนื้อของไตที่อยู่ข้างใน จะมีสีแดงประกอบด้วย renal pyramids ที่มีรูปสามเหลี่ยม ประมาณ ๘–๑๘ อัน ที่ฐานของสามเหลี่ยมเหล่านี้จะหันไปทางด้านผิว ๆ ของไต ที่ปลายของสามเหลี่ยมเหล่านี้จะยื่นออกไปเรียก papillae มีลักษณะกลม ๆ ยื่นเข้าไปใน pelvis ของไต

Cortex เป็นเนื้อไตที่อยู่ข้างนอก คือ อยู่ถัดผิว ๆ ไตเข้าไป เนื้อไตตรงนี้จะมีสี

น้ำตาลปนแดง ข้างในมี renal corpuscle, convoluted tubules และพวกเส้นโลหิตต่าง ๆ เนื้อของไตตอนนี้บางส่วนจะแทรกไป ระหว่าง pyramids ที่อยู่ใน medulla ทำให้เห็น pyramid ชัดขึ้น นอกจากนี้จะช่วยพยุงมันไว้ด้วย ส่วนของเนื้อไตที่อยู่ระหว่าง pyramids นี้เรียกว่า renal columns พวกนี้จะช่วยห่อหุ้มเส้นโลหิตที่อยู่บริเวณนี้ด้วย ถ้าผ่าไตที่สด ๆ จะมองเห็นเนื้อไตบางตอนเป็นจุด ๆ และบางตอนเห็นเป็นรัศมีเป็นเส้น ๆ ในบริเวณที่เป็นจุด ๆ นั้นจะเป็นที่อยู่ของ renal capsules, glomeruli และ convoluted tubules ส่วนบริเวณที่เห็นเป็นเส้น ๆ เป็นส่วนอื่น ๆ ของ tubules. (ดูรูปที่ ๒๔๔)



(รูปที่ ๒๔๔)

(Lobe หนึ่งของไต ที่ผ่าตามยาวให้เห็นการจัดระเบียบของท่อเล็ก ๆ (tubules) และเส้นโลหิตใน lobe หนึ่ง ๆ Calyx หรือแอ่งของไตที่อยู่ตามยอดของ pyramid บุด้วยเซลล์พวก epithelium จงสังเกตว่าบริเวณที่เห็นเป็นจุด ๆ และเป็นเส้นรัศมีนั้นมาจาก tubules ต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในรูป)

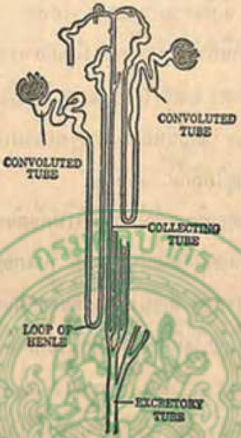
เนื้อของไตทั้งหมดทั้งในชั้น cortex และ medulla ประกอบด้วยท่อเล็ก ๆ ที่เรียก tubules ที่อัดอยู่ด้วยกันอย่างแน่นหนา มี connective tissues แทรกไประหว่างมัน และภายใน connective tissues นี้เป็นทางผ่านของเส้นโลหิต เส้นน้ำเหลืองและเส้นประสาทเป็นจำนวนมาก tubules เหล่านี้ทำให้เห็นเนื้อของไตเวลาเราผ่าดูเป็นเส้น ๆ และจุด ๆ

Nephron เป็นหน่วยเล็ก ๆ ของไตที่ประกอบไปด้วย renal tubules และเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงมัน renal tubules นี้เป็นหลอดเล็ก ๆ ที่ยาวมาก และมี glomeruli ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน อันที่ใหญ่ที่สุดจะอยู่ใกล้กับ medulla

Renal tubules เป็นท่อเล็ก ๆ ที่มีปลายที่เริ่มต้นตันประกอบด้วย epithelial cells ที่เรียงกันชั้นเดียว ท่อนี้มาขดกันอยู่เกือบเป็นรูปกลม ประกอบขึ้นเป็น renal capsules หรือ capsules of Bowman ข้างในของมันมีเส้นโลหิตฝอยที่ขดกันอยู่ และมีทางเข้าและทางออกของเส้นโลหิตฝอย ๒ เส้น เพื่อนำโลหิตเข้าไปสู่เส้นโลหิตเล็ก ๆ ที่ขด ๆ กันอยู่ข้างใน กลุ่มของเส้นโลหิตฝอยข้างใน renal capsules นี้เรียกว่า glomeruli ประกอบด้วยเส้นโลหิตฝอยที่ขดไปมาติดต่อกันอยู่ ๒—๓ เส้น เส้นโลหิตเหล่านี้ไม่มาประสานกัน เหมือนที่อยู่ในอวัยวะอื่น ๆ เส้นโลหิตที่นำโลหิตเข้าเรียก afferent vessles และที่นำโลหิตออกเรียก efferent vessles ทั้ง glomeruli และ capsules of Bowman ที่หุ้มมันทั้งหมดนี้รวมกันเรียกว่า renal corpuscle หรือ Malpighian body ซึ่งมีมากกว่า ๑,๐๐๐,๐๐๐ อันใน cortex ของไตแต่ละข้าง Renal capsules นี้มีทางติดต่อกับ tubules อื่น ๆ หลังจากที่มันหุ้ม glomeruli แล้วมันจะไปต่อกับ convoluted tubules แล้วไปต่อกับ collecting tubules ที่ไปเปิดออกที่ปลายของ pyramids แล้วเข้าสู่ pelvis ของไตที่ปลายของ pyramids หรือที่ papillae แต่ละอันจะมี collecting tubules ประมาณ ๒๐ อัน

Epithelial cells ที่บุอยู่ใน renal tubules นั้นแตกต่างกันแล้วแต่ตำแหน่งที่มันอยู่ใน convoluted tubules และ loop of Henle ที่ท่อครึ่งข้างบนมันจะเป็นพวก collumnar cells ส่วนที่อยู่ใน tubules ที่หุ้ม glomeruli และ loop of Henle ที่ท่อตรงเป็น squamous epitheliam และเมื่อไปถึง collecting tubules จะเป็น collumnar cells อีกพวกหนึ่งด้วย

กับพวกที่อยู่ในท่อที่ขับปัสสาวะ โครงสร้างของท่อต่าง ๆ นี้มีความสำคัญในการขับปัสสาวะและการกลั่นน้ำปัสสาวะ และช่วยในการไหลของน้ำปัสสาวะด้วย



(รูปที่ ๒๔๕)

(แสดงทางเดินของ Renal tubules ๒ อัน)

กรมศิลปากร หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงไต เส้นโลหิตแดงที่ไปเลี้ยงไตชื่อ renal artery เป็นแขนงของ abdominal aorta เส้นนี้เข้าสู่ไตทาง hilum เส้นโลหิตนี้แต่ละเส้นแบ่งออกเป็นหลายแขนงไปตามผนังของ ureter เข้าไปข้างในไตแต่ละแขนงของมันเรียกว่า interlobar artery เมื่อเข้าไปในไต มันจะไปยังบริเวณที่อยู่ระหว่าง cortex และ medulla พอถึงตอนนี้แล้วมันจะให้แขนงแยกออกไปทางด้านข้าง ๆ และประกอบขึ้นเป็น arterial arches และตอนส่วนโค้งของ arche นี้จะมีแขนงเล็ก ๆ เรียก interlobular artery เข้าสู่ cortex แต่ละแขนงเล็ก ๆ ของมันจะเป็นเส้นโลหิตฝอยที่ประกอบขึ้นเป็น glomerull และเส้นโลหิตฝอยแต่ละเส้นจะกลายเป็น vein เล็ก ๆ ในที่สุด แล้วมารวมกันออกจาก glomerull โดยเป็น efferent vein เส้นนี้จะเล็กกว่า afferent artery ที่นำโลหิตแดงเข้า efferent vein ที่

ออกไปนี้ ไปเป็น plexus ที่อยู่ใกล้กับพวก convoluted tubules ใน cortex และ loop of Henle ใน medulla แล้วก็ออกมารวมกันเป็น interlobular vein และ medullary vein ส่งโลหิตดำเข้าสู่ venaous arch แล้วมารวมกันเป็น renal vein ในที่สุด renal vein ออกจากไตทาง hilum ไปเปิดเข้าสู่ inferior vena cava

เส้นประสาทที่มาเลี้ยงไตมาจาก renal plexus ที่เป็นแขนงของ celiac plexuses, aortic plexuses และ splanchnic เส้นที่เล็กและอยู่ต่ำที่สุด เส้นประสาทนี้ทอดขนานไปกับ renal artery และแขนงของมันและให้แขนงไปตามเส้นโลหิตเหล่านั้น เพราะมันเป็นประสาทพวก vasomotor nerve ที่ควบคุมการไหลเวียนของโลหิตในไต

สรีรวิทยาหรือหน้าที่ของไต

หน้าที่ของไตคือรักษา body fluids ให้มีความคงที่ทั้งส่วนประกอบจำนวนและ pH โดยการขับน้ำ, เกลือพวกอินทรีย์และอนินทรีย์ที่เกินออกมาจากโลหิต เมื่อโลหิตผ่านไตก็จะขับของเสียที่มาจากสารประกอบพวกไนโตรเจนเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ก็มีเกลือที่โลหิตไม่ต้องการ พวกพิษของแบคทีเรีย ความเข้มข้นของสารที่มีอยู่ในปัสสาวะ (ไม่ใช่จำนวนน้ำปัสสาวะ) จะเป็นสิ่งที่ช่วยตัดสินว่าไตทำงานดีแค่ไหน

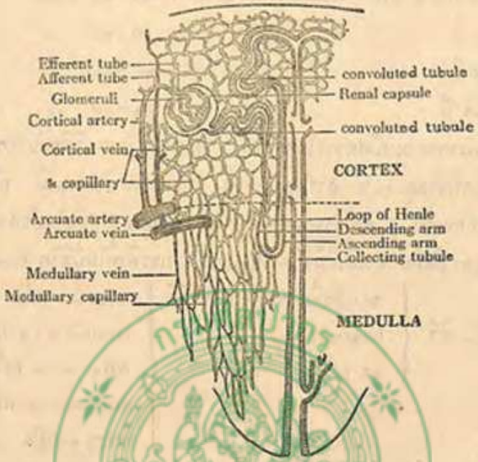
(รูปที่ ๒๔๖)

(Malpighian corpuscles *แสดงให้เห็นข้างในของ* renal capsule *ที่อยู่ติดกับ* gromerulus *จงสังเกตุเส้นโลหิตฝอย ๒—๓ เส้นที่ไม่แยกแขนงเหมือนกับที่อื่น)*

ปัสสาวะเป็นสารละลายของเกลืออินทรีย์และเกลืออนินทรีย์หลายอย่าง และของเสียที่ได้มาจาก metabolism ของเซลล์ จำนวนของสารเหล่านี้แตกต่างกันแล้วแต่เหตุหลายอย่าง ความแตกต่างของสิ่งที่ถูกขับออกมาทางปัสสาวะจะช่วยรักษา body fluid อื่น ๆ ให้มีส่วนประกอบคงที่ตามความต้องการของร่างกายเพื่อสุขภาพ

ลักษณะของปัสสาวะที่เห็นทั่ว ๆ ไป ตามธรรมดาปัสสาวะจะมีสีเหลือง ใส มีกลิ่นคล้ายแอมโมเนีย ปัสสาวะที่ขุ่นไม่ใช่เพราะเป็นโรคเสมอไป อาจจะเป็นเพราะทางเดินปัสสาวะขับพวก mucin ออกมากเกินไป แต่ต้องไม่มีสิ่งผิดปกติอื่น ๆ สีของปัสสาวะต่าง ๆ กัน แล้วแต่ส่วนของน้ำและสารที่ละลายอยู่ อาจจะเพราะมีโรคบางอย่างหรือฤทธิ์ของยาบางอย่างที่ขับออกทางไตก็ได้

ปัสสาวะตามธรรมดาเป็นกรดอ่อน ๆ pH อาจจะประมาณ ๕—๗ อาหารที่รับประทานเข้าไปจะทำให้จำนวนของ pH เปลี่ยน รับประทานอาหารโปรตีนมากจะทำให้ปัสสาวะเป็นกรดมาก รับประทานอาหารผักมากจะเป็นด่าง ความแตกต่างบางทีก็เนื่องมาจากอาหารที่ย่อยแล้ว (end products) ของ metabolism ของแต่ละชนิด ถ้าตั้งปัสสาวะทิ้งไว้ในที่สุดมันจะกลายเป็นด่าง เนื่องจากการละลายตัวของ urea เกิดเป็นแอมโมเนีย ตามปกติความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะประมาณ ๑.๐๑๐—๑.๐๓๐ ซึ่งแล้วแต่ส่วนของน้ำและสารที่ละลาย ถ้าสารที่ละลายมีเป็นจำนวนน้อย และน้ำมีมาก ความถ่วงจำเพาะของมันจะต่ำกว่าปัสสาวะที่ข้น ไตที่อยู่ในสภาพปกติจะควบคุมความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะให้มีความเข้มข้นตามความต้องการของร่างกาย ถ้าไตทำงานไม่ได้ตามนี้ หมายความว่าไตมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ผิดปกติ .



(รูปที่ ๒๔๗)

(Nephron *และพวกเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงมัน* renal tubules *จะยาวประมาณ ๓๕–๔๐ ม.ม. กว้าง ๐.๐๒ ม.ม.* capsule *กว้าง ๐.๒ ม.ม.*)

จำนวนปัสสาวะที่คิดเฉลี่ยในคนหนุ่มวันหนึ่งจะถ่ายออกประมาณ ๑๒๐๐–๑๕๐๐ ซีซี (๔๐–๕๐ ออนซ์) แต่จำนวนนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ในเวลาอันสั้น ซึ่งแล้วแต่อากาศร้อน การออกกำลังตามธรรมดา ถ้ามีเหงื่อออกมากทำให้ปัสสาวะน้อยลงได้ แต่ต้องไม่มีอาการแสดงว่าร่างกายมีสิ่งที่ผิดปกติแต่อย่างไร นอกจากนี้จำนวนของปัสสาวะอาจจะแล้วแต่การรับประทานน้ำ และจำนวนของเหงื่อที่เสียไปรวมทั้งการหายใจ การอาเจียร และท้องเดิน การที่มีโลหิตตก และแล้วแต่ภาวะของอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไต เช่นหัวใจ เส้นโลหิต และแล้วแต่การทำงานของไตเอง หรือเพราะฤทธิ์ของยาบางอย่าง เช่น diuretic จำนวนของปัสสาวะของเด็กที่เกิดขึ้นใน ๒๔ ชั่วโมงนั้น คิดตามน้ำหนักของเด็กดังนี้คือ

๖ เดือนถึง ๒ ขวบ จะถ่ายปัสสาวะในวันหนึ่ง ๑๘–๒๐ ออนซ์

๒–๕ ปี	,,	๑๖–๒๖	,,
๕–๘ ปี	,,	๒๐–๔๐	,,
๘–๑๕ ปี	,,	๓๒–๔๘	,,

ส่วนประกอบของปัสสาวะในทางเคมี ซึ่งเราใช้ในการวินิจฉัยโรค ปัสสาวะส่วนมากเป็นน้ำ คือมีน้ำอยู่ ๙๕% สารที่ละลายอยู่ (ในการตรวจทางเคมี ถ้าทำให้ปัสสาวะตกตะกอนเป็นก้อนแข็ง จะมีจำนวนของสารที่ละลายอยู่ ๖๐ กรัมในปัสสาวะ ๑๕๐๐ ซีซี) สิ่งเหล่านี้เป็นของเสียที่มาจากสิ่งที่มีชีวิต (organic) และสิ่งที่ไม่มีชีวิต (inorganic)

- ปัสสาวะ ๑๕๐๐ ซีซี
  - ของเสียที่มาจากพวกอินทรีย์ (organic) ๓๕ กรัม
    - Urea ๓๐ กรัม
    - creatine ๑–๒ กรัม
    - NH_3 ๑–๒ กรัม
    - uric acid ๑ กรัม
    - อื่น ๆ ๑ กรัม
- solute (ของแข็ง) ๖๐ กรัม
  - เกลืออนินทรีย์ (inorganic salt) ๒๕ กรัม
    - Chloride, sulphate, phosphate ของ
      - sodium
      - potassium
      - magnesium
      - calcium

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นเกลือพวกอนินทรีย์ที่มีมากที่สุดในร่างกายคือมีประมาณ ๑๕ กรัม ที่ไตต้องขับออกทุก ๆ วัน

ที่มาของปัสสาวะ ของเสียทั้งหมดเกิดขึ้นในเซลล์ที่มาจาก metabolism ของพวกโปรตีนที่มีในอาหาร หรือมาจากการละลายตัวของ protoplasm ปัสสาวะตามธรรมดาจะมี urea อยู่เสมอ ถึงแม้จะรับประทานอาหารโปรตีนมากหรือน้อยส่วน creatine นั้นจะแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ถ้ารับประทานอาหารโปรตีนในจำนวนต่างกัน

ปัสสาวะกลั่นมาจากสารพวก noncolloidal ที่ประกอบอยู่ในน้ำเหลืองของโลหิต (blood plasma) ซึ่ง glomeruli ของไตเป็นผู้กลั่นให้เข้าไปใน renal capsules แล้วส่งมาตาม tubules ต่าง ๆ มารวมกันเป็นปัสสาวะ ตามตารางข้างล่างนี้จะแสดงให้เห็นว่าสิ่งที่ประกอบอยู่ในน้ำเหลืองของโลหิตและในปัสสาวะนั้นมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง และสารชนิดไหนมีในปัสสาวะหรือโลหิตมาก

ส่วนประกอบของ blood plasma และปัสสาวะตามธรรมดาของคนเรา

	% ที่อยู่ใน blood plasma	% ใน ปัสสาวะ	สิ่งที่ไตกลั่นมีความเข้มข้นเป็นกี่เท่า
น้ำ	90–93	95	—
โปรตีน ไขมัน และ colloid	7–9	—	—
อื่นๆ			
น้ำตาล	0.1	—	—
Urea	0.03	2	60
Creatinine	0.001	0.075	75
Uric acid	0.004	0.05	12
โซเดียม	0.32	0.35	1
โปแตสเซียม	0.02	0.15	7
แอมโมเนียม	0.001	0.04	40
แคลเซียม	0.008	0.015	2
แมกนีเซียม	0.0025	0.006	2
คลอไรด์	0.37	0.6	2
ฟอสเฟต	0.009	0.15	16
ซัลเฟต	0.002	0.18	90

เชื่อกันว่าภายใน renal tubules นั้นน้ำอาจจะมีการถูกดูดซึมกลับเข้าไปในเส้นโลหิตฝอยอีกได้ ที่เชื่ออย่างนี้เพราะสารละลายที่มีอยู่ในปัสสาวะมีความเข้มกว่าที่มีอยู่ในโลหิตหลายเท่า เช่น ซัลเฟตในปัสสาวะจะมีความเข้มข้นเป็น ๙๐ เท่าของในโลหิต สารบางชนิดก็มีในปัสสาวะมากกว่าในโลหิตไม่กี่เท่านัก เช่นพวก คลอไรด์ ๒ เท่า พวกน้ำตาลโซเดียมและแคลเซียมจะถูกดูดซึมกลับเข้าไปในเส้นโลหิตพร้อมกับน้ำ พวกเหล่านี้กลับคืนเข้าสู่โล

หิตเกือบหมด แต่มีสารบางชะนิดไม่สามารถกลับคืนเข้าสู่โลหิตอีกเลย

การที่ไตกลั่นบัสสาวะได้เกี่ยวกับโครงสร้างของไตและโลหิตที่ไปเลี้ยงไตแต่ที่สำคัญนั้นคือว่า เส้นโลหิตที่เข้าสู่ glomeruli ของไตนั้นโตกว่าเส้นโลหิตที่ออกจาก glomeruli จึงทำให้ความดันของโลหิตภายใน glomeruli สูง ดังนั้นเกลือ น้ำ และสารพวกละลายอยู่ในน้ำเหลืองของโลหิตจะถูกกรองผ่านเส้นโลหิตฝอยและ epithelial cells ที่ประกอบเบ็นผนังของมันเข้าไปใน renal capsules และโลหิตที่เหลือจะผ่านออกทาง efferent vein ซึ่งไปรวมกันเส้นโลหิตที่ออกมาจาก glomeruli อื่น ๆ ประกอบกันเบ็น plexuses ขึ้น บัสสาวะที่เข้าไปใน renal capsules เมื่อไปถึง loop of Henle ที่ทอดลงข้างล่างมันจะเริ่มเข้มข้นเพราะตอนนี้น้ำและเกลือบางส่วนจะถูกผนังของ tubules ดูดซึมกลับเข้าไปในโลหิตอีก เพราะฉะนั้นน้ำเหลืองของโลหิตจึงได้รับสิ่งเหล่านั้นเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นสิ่งที่เหลือจึงเบ็นบัสสาวะที่ข้นคือมีน้ำน้อย และมีเกลือมีสารพวกอินทรีย์ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอะไรก็ตามที่จะมาเปลี่ยนแปลงความดันของโลหิตใน glomeruli จะทำให้เกิดมีการกลั่นบัสสาวะขึ้นทันที

สิ่งที่มักจะพบในบัสสาวะของคนธรรมดา creatinine, urea, แอมโมเนีย hippuric acid และ purine bodies

Creatinine ($C_4H_7N_3O$) พบอยู่ในบัสสาวะเสมอ ไม่เกี่ยวกับการรับประทานอาหารที่มีโปรตีนหรือไม่ เพราะว่าเบ็นผลมาจาก metabolic ของสารประกอบบางอย่างของน้ำเลี้ยงของเซลล์ ในวันหนึ่งจะขับ creatinine ประมาณ ๑–๒ กรัม

ที่เกิดที่แท้จริงของ creatinine ยังไม่รู้แจ่มแจ้ง แต่เข้าใจว่ามาจาก creatine ที่มีใน metabolic ของกล้ามเนื้อพวกที่มีลาย แต่ก็ไม่ยืนยันแน่ว่า creatinine นี้มาจาก creatine ที่มีอยู่แล้วในโลหิตหรือในไตหรือเปล่า Creatine ($C_4H_9N_3O_2$) ไม่พบในบัสสาวะของเด็กหนุ่ม แต่มักพบในบัสสาวะของเด็กเล็ก และในผู้หญิงหลังจากมีประจำเดือน และคลอดเวลาที่มีครรภ์หรืออยู่ในระยะหลังคลอด หรือในรายที่เบ็นไข้หรืออดอาหาร หรืออาจจะเบ็นเพราะ tissues ของร่างกายต้องทำงานหนัก creatine จึงเปลี่ยนเบ็น creatinine

Urea (CON_2H_4) มีอยู่เบ็นจำนวนครึ่งหนึ่งของของแข็งที่ขับออกมาในบัสสาวะทุก ๆ วัน (คือขับออกประมาณ ๓๐ กรัม ทุกวัน) urea นี้มาจากเซลล์ของตับและเกลือพวก

แอมโมเนียที่มาจากการย่อยโปรตีนและถูกโลหิตนำไปยังตับ ตามธรรมดาในโลหิต ๑๐๐ ซีซี จะมี urea ๒๗–๒๗ มิลิกรัม ถ้ามีมากกว่านี้ไตจะขับออก

แอมโมเนีย (NH_3) เกิดขึ้นในไตอาจจะมาจากอาหารพวก amino acids หรือ urea ที่มีอยู่ในโลหิต แอมโมเนียที่ทำขึ้นนี้ไม่ถูกขับออกทั้งหมด ภายในเส้นโลหิตดำที่ออกมาจากไตจะมีแอมโมเนียมากกว่าโลหิตแดงที่เข้าไปสู่ไต จำนวนแอมโมเนียที่ตับทำขึ้นอาจจะแล้วแต่ความต้องการของร่างกายที่ต้องการด่างไปฆ่ากรดในโลหิตและ tissue โดยเหตุนี้จะเห็นว่าตับและไตทำงานร่วมกันที่จะช่วยรักษา body fluids ให้มีกรดด่างพอดี

Hippuric acid ($C_9H_9NO_3$) คิดว่ามีความหมายเหมือนกับ benzoic acid พวกนี้เป็นสารที่มีพิษมีอยู่ในอาหารที่รับประทานเข้าไป และเกิดเป็นพิษขึ้นในร่างกายต้องขับออก อาหารพวกผักและผลไม้จะเพิ่มจำนวน hippuric acid

Purine bodies (หรือพวก uric acid ฯลฯ) มาจากพวกอาหารพวกที่มี nucleic acids และมาจากการสะลายตัวของโปรตีนของร่างกาย การขับออกแล้วแต่จำนวนของมันที่มีในอาหารที่รับประทานเข้าไป เช่นพวกเนื้อ และของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกาย ถ้าร่างกายทำงานได้ตามปกติและมีสุขภาพดี ก็จะถูกขับออกทางปัสสาวะ

สิ่งที่ผิดปกติที่พบในปัสสาวะ, albumin, น้ำตาล, indican, acetone bodies, นิ่ว หนอง โลหิตและ bile pigment

Albumin ตามธรรมดา serum albumin เป็นส่วนประกอบอยู่ในน้ำเหลืองของโลหิต แต่ตามธรรมดามันจะไม่ถูกขับออกมา แต่ถ้าพบในปัสสาวะนับว่าเป็นสิ่งผิดปกติ เรียกอาการนั้นว่า albuminuria ซึ่งเป็นอาการของโรค

น้ำตาล ในปัสสาวะของคนปกติมีจำนวนน้ำตาลน้อยมาก ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับพวกโรคที่ต้องขับน้ำตาลออกมาทางปัสสาวะแล้ว นับว่าน้ำตาลที่มีอยู่ตามปกติจำนวนเล็กน้อยนั้นเหมือนกับไม่มีเลย ในโลหิตของคนปกติมีน้ำตาล ๐.๐๗–๐.๑๗% ถ้าจำนวนน้ำตาลมีมากกว่านี้จะไปทำความระคายเคืองให้แก่ tissues เพราะฉะนั้น ถ้ารับประทานน้ำตาลมากเกินไป และร่างกายไม่สามารถเปลี่ยนให้เป็น glycogen และไขมันได้ทัน น้ำตาลจะมีใน

(green library watermark stamp)

โลหิตมากและไตต้องขับออก ปัสสาวะมีน้ำตาลนี้บางทีเกิดขึ้นและเป็นอยู่ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งเรียกว่า temporary glycourea แต่ถ้าเกิดขึ้นเรื่อยและมีน้ำตาลในปัสสาวะเป็นประจำแสดงว่าร่างกายไม่สามารถใช้น้ำตาลในโลหิตได้

Indican เป็นเกลือพวกโปรแตสเซี่ยมที่มาจาก indol และ indol มาจากการเน่าเปื่อยของอาหารพวกโปรตีนที่มีอยู่ในลำไส้ใหญ่ แล้วมันถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นโลหิตนำไปยังตับ และที่นั่นจะมีการเปลี่ยน indol ให้เป็น indican สารชนิดนี้ไม่มีพิษ มีอยู่เป็นจำนวนน้อยมาก เกือบจะไม่พบในปัสสาวะธรรมดา แต่ถ้าร่างกายผิดปกติหรือมีการเน่าเปื่อยของพวกโปรตีนในลำไส้มาก หรือในร่างกายเกิดมีการเน่าเปื่อยขึ้นที่ใดที่หนึ่งเช่นเป็นฝีก็เป็นได้ การเน่าเปื่อยของโปรตีนนี้อาจจะเนื่องมาจากภาวะของลำไส้ที่มีการดูดซึมอาหารไม่ดี หรือรับประทานอาหารที่มีโปรตีนมากเกินไป หรือเกิดมีการท้องผูก

Acetone ในรายที่ไขมันของร่างกายต้องถูกใช้ไปมาก เช่น ในรายที่ไม่ได้รับไขมันจากอาหารพวกที่ได้มาจากไขมันของสัตว์ หรือในรายที่เป็นโรคเบาหวาน ที่พวกน้ำตาลในโลหิตไม่ถูกใช้ไป ร่างกายต้องอาศัยไขมันและโปรตีนตามร่างกายจะทำให้เกิดมี acetone เกิดขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้จะเห็นว่าการ oxidation ของไขมันไม่หมด acetone นี้พบในปัสสาวะของคนธรรมดาที่มีการย่อยพวกโปรตีนไม่หมด

Cast เป็นสิ่งที่แข็งที่อยู่ใน tubules ของไต จะพบในรายที่ไตเป็นโรคบางอย่าง คล้าย ๆ ปลอกแข็ง ๆ ที่หุ้มอยู่ข้างในท่อเล็ก ๆ ของไต เมื่อปัสสาวะไหลผ่านปลอกนี้จะหลุดออกมา เราจะเห็นได้ต้องตรวจดูปัสสาวะด้วยกล้องจุลทรรศน์ casts นี้มีหลายชนิด เรียกชื่อมันตามลักษณะของมัน หรือสารที่มันประกอบขึ้น เช่น cast ของหนองก็เรียก pus cast ของโลหิตเรียก blood cast พวกไขมันก็เป็น fatty cast, จาก epithelium ของผนังของ tubules ก็เป็น granula casts และ hyaline cast มาจากการแข็งตัวของสิ่งที่มีอยู่ในโลหิต

นิ่ว (calculi) เป็นก้อนของเกลือแร่ในปัสสาวะที่ตกตะกอนแล้วมารวมกัน ทำให้เป็นก้อนนิ่วหรือหินขึ้น อาจจะพบในส่วนใดส่วนหนึ่งของทางเดินของปัสสาวะก็ได้ สาเหตุเพราะมีจำนวนเกลือมาก และมีน้ำน้อยหรือการเป็นกรดหรือด่างของปัสสาวะจนผิดปกติก็ได้

หนอง อาจจะเป็นกับอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งที่อยู่ในทางเดินของปัสสาวะก็ได้เหมือนกัน แล้วทำให้หนองนั้นปนมากับปัสสาวะ

โลหิต ในปัสสาวะที่มีโลหิต โลหิตนั้นอาจจะออกมาจากส่วนไหนของทางเดินปัสสาวะก็ได้ ในรายที่มีการอักเสบเกิดขึ้น หรือมีแผล หรือเป็นวรรณโรค หรือมะเร็ง หรือนิ่วในไต การที่มีโลหิตในปัสสาวะเรียกว่า hematuria ปัสสาวะจะข้น หรือมีสีของโลหิต

Bile pigments การที่มี bile pigment ในปัสสาวะอาจจะมาจากการเป็นโรคดีซ่านที่เกิดจากการมีการอุดตันที่ท่อน้ำดี น้ำดีจะมีอยู่ในกระแสโลหิต หรือเป็นโรคใดโรคหนึ่งที่เม็ดโลหิตแดงถูกทำลายมากจนผิดปกติ bile pigment ทำให้ปัสสาวะมีสีเขียว เหลือง หรือมีสีน้ำตาลปนเหลือง

สิ่งที่เป็นพิษแก่ร่างกาย ในร่างกายที่เป็นโรคแสดงว่ามีสิ่งที่เป็นพิษอยู่ในร่างกายที่ไตต้องขับออก ไม่ว่าพิษนั้นจะมาจากไหนเช่นมาจากพวก แบคทีเรีย หรือการ metabolism ของร่างกายที่ไม่ปกติ หรือมาจากยาที่เป็นพิษ ทั้งนี้จะเห็นว่าภายหลังที่ร่างกายเป็นโรคร้ายแรงแล้วไตมักจะพิการ เพราะฉะนั้นการป้องกันคือต้องรับประทานน้ำให้มากเพื่อช่วยในการทำงานของไตและทำให้อันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่ไตนั้นน้อยลง

(รูปที่ ๒๔๘)

(แสดงทางเข้าของ ureter ที่เข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ จะเห็นว่ามันผ่านเฉียงลงข้างล่าง ระยะที่มันผ่านเข้าไปยาว ๒ ซ.ม.)

Ureter หรือท่อที่นำปัสสาวะจากไตไปสู่กระเพาะปัสสาวะ มีอยู่ ๒ ท่อ เป็นรูปทรงกระบอก แต่ละท่อออกมาจาก pelvis ของไตผ่านเข้าสู่ส่วนบนของกระเพาะปัสสาวะแต่ละ

ข้างยาวประมาณ ๒๕-๓๐ ซม. (๑๐-๑๒ นิ้ว) กว้าง ๔-๕ มม. (๑/๕ นิ้ว) ผนังของมันมี ๓ ชั้น ชั้นนอกสุดเป็น fibrous ชั้นกลางเป็นกล้ามเนื้อ ชั้นในบุด้วยเยื่อพวก mucous การหดตัวของกล้ามเนื้อจะตั้งต้นที่ปลายบนที่อยู่ติดกับไตผ่านลงมาข้างล่างทางกระเพาะปัสสาวะ

กระเพาะปัสสาวะ (bladder) เป็นอวัยวะที่ภายในกลวง ผนังของมันประกอบด้วยกล้ามเนื้อ อวัยวะนี้อยู่ในอุ้งเชิงกราน อยู่ข้างหลังของกระดูกหัวเหน่า (pubis) ในผู้ชายจะอยู่ข้างหน้าของทวารหนัก ในผู้หญิงอยู่ข้างหน้าผนังด้านหน้าของช่องคลอดและคอมดลูก ขยับไปมาได้ แต่ยึดอยู่กับที่โดยมีรอยพับของเยื่อบุช่องท้องยึดไว้ และมีพังผืดบางอัน ตลอดเวลาที่เป็นทารกมันจะมีรูปคล้ายสามเหลี่ยม และยื่นออกมาข้างบน ริมบนของกระดูกหัวเหน่าและอยู่ในบริเวณของท้องน้อย แต่ในวัยรุ่นจะอยู่ลึกลงไปในอุ้งเชิงกราน แต่เมื่อเต็มจะมีรูปเกือบกลมและยื่นขึ้นไปในช่องท้อง ผนังของมันประกอบด้วยกล้ามเนื้อ ๔ ชั้น (๑) ชั้นนอกสุดเป็น serous เป็นชั้นของเยื่อบุช่องท้องที่ห้อยลงมาปิดเฉพาะส่วนบน และด้านข้าง ๆ ตอนบนเท่านั้น (๒) ชั้นของกล้ามเนื้อซึ่งเซลล์ของมันเรียงตัวกันอยู่เป็น ๓ ชั้น ข้างในสุดจะเรียงอยู่ตามยาว ชั้นกลางของมันจะเรียงตัวตามขวาง และชั้นนอกเหมือนกับชั้นในสุด ชั้นของกล้ามเนื้อที่เซลล์ของมันเรียงตัวตามขวางนี้จะเลยไปถึงช่องเปิดของกระเพาะที่ออกไปสู่ urethra ทำให้บริเวณตรงนั้นเป็นกล้ามเนื้อหูรูด (sphincter) ซึ่งตามธรรมดากล้ามเนื้อตอนนี้จะหดตัวอยู่เสมอ จะคลายตัวก็เมื่อเวลาที่ต้องการจะถ่ายปัสสาวะออกเท่านั้น (๓) ชั้น submucous ประกอบด้วย areolar tissue เป็นชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นกล้ามเนื้อและ mucous (๔) ชั้นในสุดเป็นชั้น mucous ซึ่งเป็นเซลล์พวก transitional epithelium พวกนี้จะเหมือนกับเยื่อที่บุอยู่ภายในท่อปัสสาวะที่ต่อมาจากไต และที่จะเปิดออกสู่ภายนอก เยื่อนี้ภายในจะเป็นรอยย่นหรือเรียก rygae

กระเพาะปัสสาวะมีช่องเปิดอยู่ ๓ ช่อง ๒ ช่องสำหรับให้ท่อปัสสาวะที่มาจากไต (ureters) ผ่านเข้าทั้ง ๒ ช่องนี้ ไปเปิดเข้าที่ต่ำกว่าบริเวณกึ่งกลางของกระเพาะ ๑/๒ นิ้ว มันจะผ่านเฉียง ๆ เข้าไปในผนังของกระเพาะชั้นข้างล่าง และเข้าข้างในอีกช่องหนึ่งเป็นช่องเปิดสู่ท่อปัสสาวะออกสู่ภายนอก (urethra) ช่องนี้จะอยู่ตรงกลางและข้างล่าง แต่อยู่ด้านหน้าทางช่องเปิดของท่อที่มาจากไต

เส้นประสาทและเส้นโลหิตที่มาเลี้ยงกระเพาะปัสสาวะ เส้นประสาทมาจาก craniosacral system ของอุ้งเชิงกรานและ theracolumbar system ที่มาจาก inferior mesenteric plexuses (ดูรูปที่ ๑๒๕)

เส้นโลหิตมาจาก superior, middle, inferior vesical artery (แขนงของ hypogastric artery) ไปเลี้ยงกระเพาะปัสสาวะ แต่ในผู้หญิงจะมีแขนงของ uterine artery และ vaginal artery ไปเลี้ยงกระเพาะปัสสาวะด้วย

หน้าที่กระเพาะปัสสาวะเป็นที่เก็บปัสสาวะ จุได้ขนาดกลาง ๆ ประมาณ ๕๐๐ ซีซี

Urethra หรือท่อปัสสาวะออกสู่ภายนอก ในผู้หญิงเป็นที่แคบและสั้นตั้งต้นจากกระเพาะปัสสาวะ ไปถึงทางออกของปัสสาวะที่เรียก urinaries meatus ท่อนี้อยู่ข้างหลังของ symphsis pubis และฝังอยู่ในผนังด้านหน้าของช่องคลอด กว้าง ๖ มม. (๓/๘ นิ้ว) และยาว ๓.๗ ซม. (๑ ๑/๒ นิ้ว) ทอดเฉียงลงข้างล่างและไปทางข้างหน้า ท่อนี้โค้งนิดหน่อยเว้าเข้าไปข้างหน้าและข้างบน ช่องเปิดที่ออกสู่ข้างนอกจะเป็นช่องที่แคบที่สุดและอยู่ระหว่าง clitoris และช่องคลอด

ผนังของ urethra มี ๓ ชั้น (๑) ชั้นนอกสุดเป็นกล้ามเนื้อต่อมาจากชั้นกล้ามเนื้อของกระเพาะปัสสาวะ (๒) ชั้นในเป็น spongy tissues บาง ๆ ที่มี plexuses ของเส้นโลหิตดำมาก (๓) ชั้นในสุดเป็น mucous ต่อมาจากที่บุข้างในของกระเพาะปัสสาวะ และข้างนอกจะเป็นพวกที่บุอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก

Urethra ของชายมี ๒ ชั้น (๑) ชั้นในเป็นเยื่อที่บุเหมือนกับเยื่อข้างในของกระเพาะปัสสาวะ และบุไปตามท่อของต่อมที่เปิดเข้าสู่ urethra และ (๒) submucous tissues อยู่ติดกับอวัยวะที่มันผ่านไป

การถ่ายปัสสาวะ หรือ micturition เมื่อไตกลั่นปัสสาวะมาตาม ureter จะมาเก็บไว้ในกระเพาะปัสสาวะ จากกระเพาะจะผ่าน urethra ออกข้างนอก การที่กระเพาะปัสสาวะขับปัสสาวะออกมาเรียก micturition การที่ปัสสาวะจะถูกขับออกมาต้องมีการอยากถ่ายปัสสาวะ เพราะปัสสาวะที่อยู่ในกระเพาะไปกระตุ้นที่ sensory nerve ของกระเพาะเอง และกระแสประสาทจะส่งไปยังศูนย์กลางประสาทที่ควบคุมการถ่ายปัสสาวะ ทำให้กระเพาะปัสสาวะบีบตัว ปัสสาวะถูกขับออก

.Incontinence of urine หมายถึงการที่ปัสสาวะไหลเรื่อยกลั้นไว้ไม่อยู่ ทั้งนี้เนื่องจากไขสันหลังได้รับอันตราย จึงทำให้ศูนย์กลางประสาทที่ควบคุมการทำงานของกระเพาะปัสสาวะเสียไปด้วย หรืออาจเนื่องจากมีสารบางอย่างที่อยู่ในกระเพาะปัสสาวะทำให้เกิดมีความระคายเคืองขึ้นแก่ที่นั้นจนผิดปกติ หรืออาจจะเป็นโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ (cystitis) คนที่ชอบตื่นเต้นง่าย ถ้ามีอะไรมาทำให้ตื่นเต้นมาก ๆ จะรู้สึกอยากถ่ายปัสสาวะ ถึงแม้ว่าปัสสาวะที่มีอยู่ในกระเพาะจะเป็นจำนวนน้อยก็ตาม ประสาททางตาและหูจะช่วยเร่งการอยากถ่ายปัสสาวะก็ได้ เช่นการที่เห็นน้ำไหลหรือได้ยินเสียงของมัน

ในเด็กเล็ก ๆ ปัสสาวะจะไหลเรื่อยได้ ถ้าหากมีปัสสาวะอยู่ในกระเพาะ แต่เมื่อเด็กมีอายุ ๑ ขวบ เด็กต้องได้รับการหัดให้ควบคุมการถ่ายปัสสาวะและอุจจาระ เด็กบางคนจะถูกสอนให้ถ่ายเป็นเวลา และถ่ายเป็นที่ตั้งแต่ในปีแรก เมื่อย่างเข้าปีที่ ๒ เด็กที่หัดไว้อย่างดีจะมีนิสัยอย่างที่หัดไว้ อย่างน้อยเด็กจะกลั้นได้ในเวลาอันสั้น การควบคุมการถ่ายในเวลากลางคืน จะต้องฝึกหัดนานกว่าที่หัดควบคุมในเวลากลางวัน ตามธรรมดาเด็กจะทำได้ในปลายปีที่ ๒ เมื่อเด็กมีปัสสาวะไหลในเวลากลางคืน คือ เมื่อมีอายุเลย ๓ ขวบแล้ว เรียกว่า enuresis ถ้าไม่เนื่องมาจากประสาทผิดปกติ หรือมีการกระตุ้นที่กระเพาะปัสสาวะ จะต้องเนื่องมาจากการอ่อนหัด

.Retention of urine หมายถึงการถ่ายปัสสาวะไม่ออกอาจจะเนื่องมาจาก (๑) มีอะไรไปอุดอยู่ที่ urethra หรือที่คอของกระเพาะ (๒) เพราะประสาทอยู่ที่ผนังของ urethra ทำให้มันหดตัวจนตีบ ปัสสาวะไหลลงไม่ได้ (๓) ประสาทที่ควบคุมการอยากถ่ายปัสสาวะนั้นทำงานไม่ดี ใน ๒ ข้อหลังนี้แก้ไขได้บางขณะ โดยกระตุ้นความอยากถ่ายเช่นเทน้ำอุ่นราด vulva เปิดก๊อกน้ำให้ได้ยินเสียงน้ำไหล แต่ถ้าไม่ได้ผลและยังไม่ได้สวนปัสสาวะ กระเพาะปัสสาวะจะขยายมากทำให้ปัสสาวะล้นออกมาได้ ซึ่งเราเรียกอาการนี้ว่า retention of over flow

Suppression of urine เป็นอาการที่ร้ายแรงกว่า retention of urine เพราะไตไม่ทำงานปัสสาวะไม่มีอยู่ในกระเพาะปัสสาวะ ซึ่งเรียกอาการนี้อีกอย่างหนึ่งว่า anuria ในที่สุดจะมีอาการของปัสสาวะเป็นพิษเกิดขึ้น (uremia) คือมีปัสสาวะอยู่ในโลหิต แต่ถ้าปัสสาวะที่ขับออกมาน้อย หรือมีจำนวนการขับน้อยกว่าธรรมดา เรียกอาการนี้ว่า oliguria

สรุป

ของเสียในร่างกาย
- คาร์บอนไดออกไซด์
- น้ำ
- เกลือของพวกอินทรีย์ และอนินทรีย์
- ผม เล็บ ผิวหนังที่ตายแล้ว
- กากอาหาร

ของเสียที่ได้จากการทำงานของเซลล์ (metabolism)
- ของเหลวมีน้ำ
- แกส มีคาร์บอนไดออกไซด์
- เกลือที่ละลายได้
  - ของพวกอินทรีย์มี urea
  - ของพวกอนินทรีย์มี NACl
- อื่น ๆ เช่นความร้อน

อวัยวะที่ช่วยขับถ่าย
- ปอด
- ไต
- ทางเดินอาหาร
- ผิวหนัง

ระบบขับถ่ายปัสสาวะ
- ไต มี ๒ ข้าง ทำหน้าที่ขับปัสสาวะ
- Ureters มี ๒ ข้าง นำปัสสาวะจากไตไปกระเพาะปัสสาวะ
- Bladder มี ๑ อัน เป็นที่เก็บปัสสาวะ
- Urethra มี ๑ ท่อ นำปัสสาวะออกจากกระเพาะ

ไต
- ที่อยู่
  - อยู่ตอนเอวทางด้านหลัง อยู่หลัง peritoneum อยู่ข้าง ๆ ไขสันหลัง อยู่ในบริเวณตั้งแต่ริมบนของกระดูกสันหลังตอนอกอันที่ ๑๒ ถึงกระดูกสันหลังตอนเอวอันที่ ๔
- สิ่งที่หุ้มและช่วยยึดติดกับที่
  - อยู่ในก้อนของไขมันที่เรียก adipose capsule หุ้มด้วย fascia ที่เรียก renal fasciae
  - อยู่กับที่โดยมี renal fasciae ที่ยึดกับ fasciae ของ guadratus lumborum psoas major และกระบังลม และความดัน และการเบียดตัวของอวัยวะที่อยู่ข้าง ๆ

ไต (ต่อ)

- **รูปร่างและขนาด**
  - ยาว ๔.๕ นิ้ว กว้าง ๒—๓ นิ้ว หนา ๑ นิ้ว
  - น้ำหนัก ๔.๕ ออนซ์ (๑๓๕ กรัม)
  - รูปร่างคล้ายรูปถั่ว เป็น tubular glands
  - ริมเว้าเข้าเรียก hilum
  - Hilum เป็นทางเข้าและออกของ เส้นโลหิต เส้นน้ำเหลือง ประสาท และท่อปัสสาวะที่มาจากไต
- **ลักษณะของไตที่ผ่ากลาง**
  - Pelvis อยู่ปลายบนของ ureter
  - Calyces เป็นแอ่งเล็ก ๆ ที่มีรูปเหมือนถ้วย เป็นที่อยู่ของ papilae ของ pyramid
  - Medulla เป็นเนื้อไตที่อยู่ข้างใน ประกอบด้วยเนื้อรูปสามเหลี่ยม ที่เรียก pyramids มีประมาณ ๘—๑๘ อัน
  - Cortex อยู่ส่วนข้างนอกของไต
  - ส่วนของ cortex ที่อยู่ระหว่าง pyramid เรียก renal column
- **Unit pattern**
  - Nephron ประกอบด้วย renal tubules และเส้นโลหิตของมัน
  - Renal tubules เป็น capsules อยู่นอก glomeruli ใน cortex เปิดเข้าสู่ collecting tubules เข้าสู่ pelvis ของไต
- **เส้นโลหิต**
  - Renal artery มาจาก aorta
  - ก่อนเข้าสู่ไต แบ่งออกเป็นหลายแขนง
  - arterial arches
    - เป็นแขนงที่ออกด้านข้าง จากเส้นที่อยู่บริเวณระหว่าง cortex และ medulla ให้แขนงไปใน cortex
  - venous arches
    - เป็นแขนงด้านข้าง ๆ ที่อยู่ที่ฐานของ pyramids
    - รับโลหิตจาก cortex
    - ,, ,, medulla
  - Renal vein ออกจากไตทาง hilum เปิดเข้าสู่ inferior venac ava
- **เส้นประสาท**
  - Renal plexuses จาก splanchnic เส้นที่เล็กและอยู่ต่ำที่สุด
  - เป็น vasomotor ควบคุมขนาดและความดันของโลหิตในไต

- **ไต** — หน้าที่
  - รักษา body fluids ให้คงที่
  - ขับของเสียออกจากโลหิต
- **ปัสสาวะ**
  - ลักษณะภายนอก
    - เป็นสารละลายของพวกอินทรีย์ และอนินทรีย์สาร
    - สีเหลือง หรือใส แล้วแต่อาหารที่รับประทาน
    - มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ
    - ความถ่วงจำเพาะ ๑.๐๒๐—๑.๐๓๐ แล้วแต่ส่วนของน้ำ และสารที่ละลาย
    - จำนวน ๑๒๐๐—๑๕๐๐ ซีซี ทุกวัน
    - ได้มาจากน้ำที่รับประทาน
    - จำนวนน้ำที่ออกทางอื่นมากกว่าปัสสาวะก็คือ ทางเหงื่อ
    - หน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขับปัสสาวะ คือ หัวใจ เส้นโลหิต และไต ฯลฯ นอกจากนี้แล้วแต่ฤทธิ์ของยาบางชนิด เช่น M. diuretic
  - ส่วนประกอบ
    - ๙๕% เป็นน้ำ
    - ของเสียที่มาจากพวกสิ่งที่มีชีวิต (organic) ๓.๗% และพวกที่มาจากแร่ธาตุ (inorganic) ๑.๓%
  - สิ่งที่สามารถกลับคืนเข้าสู่กระแสโลหิตได้ ได้แก่พวกน้ำตาล
- **การขับปัสสาวะ** — เส้นโลหิตที่นำโลหิตออกจาก glomeruli เล็กกว่าเส้นโลหิตที่นำโลหิตเข้าสู่ glomeruli เพราะฉะนั้นจึงทำให้ความดันของโลหิตภายในสูง โปรตีนที่อยู่ในน้ำเหลืองของโลหิตจะถูกกดันเข้าไปใน tubules ปัสสาวะที่อยู่ใน tubules ข้น เพราะจำนวนน้ำ และเกลือถูกดูดซึมเข้าไปในโลหิตอีก
- **ส่วนประกอบตามปกติของปัสสาวะในคนธรรมดา**
  - เกลือพวกอนินทรีย์
    - Chloride, Sulphate, Phosphate ของ sodium, potassivm, magnesium, calcium
  - เกลือของพวกอินทรีย์
    - Creatinine — ขับ ๑—๒ กรัม ทุกวันมาจาก metabolism ของเซลล์ หรือจาก creatine ที่เกิดใน metabolism ของกล้ามเนื้อที่มีลาย

สิ่งประกอบในปัสสาวะของคนธรรมดา (ต่อ)

- **เกลืออินทรีย์**
  - **Urea**
    - ขับ ๓๐ กรัมทุกวัน
    - เป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของ ๆ แข็งที่ขับออกทางปัสสาวะทั้งหมด
    - มาจากเกลือ พวกแอมโมเนีย
  - แอมโมเนีย ขับ ๐.๗ กรัมทุกวัน มาจากพวก aminoacid และ urea จำนวนแล้วแต่ร่างกายที่ต้องการต่าง
  - **Hippuric acid**
    - ประกอบอยู่ ๑ กรัมในปัสสาวะที่ขับออกทุก ๆ วัน
    - จำนวนจะเพิ่มขึ้นแล้วแต่อาหารพวกที่มี Benzoic acid
  - **Purine bodies**
    - Purine
    - Adenine
    - Hypoxanthine
    - (Purine, Adenine, Hypoxanthine) เป็นผลที่มาจาก metabolism ของ nucleoprotein จากอาหารและ tissue
    - Xanthine
    - Uric acid
- **Albumin**
  - สาเหตุมาจากโรคไต
  - พิษต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความระคายเคืองขึ้นที่ไต
  - ความดันของโลหิตที่เพิ่มขึ้น
- **น้ำตาล**
  - ปัสสาวะธรรมดามีน้ำตาลน้อยมาก
  - ถ้ามีน้ำตาลในปัสสาวะชั่วคราวมักเนื่องมาจากการรับประทานอาหารที่มีน้ำตาลมาก แต่ถ้าเป็นอยู่ตลอดไปแสดงว่าคนไข้เป็นโรคเบาหวาน
- **Indican**
  - เป็น potassium indoxyle sulphate
  - สาเหตุ: มีการเน่าเปื่อยของโปรตีนในลำไส้มาก ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการดูดซึมของอาหารไม่ดี รับประทานอาหารโปรตีนมากเกินไป และท้องผูก
- **Acetone** — มาจากการ oxidation ของอาหารพวกไขมันไม่หมด
- **Cast**
  - เป็นของแข็งที่รวมเป็นก้อนอยู่ข้างใน tubules มีชื่อตามชนิดและลักษณะของสารนั้น ๆ

กรมศิลปากร

สิ่งที่ผิดปกติในปัสสาวะ (ต่อ)

- **Cast (ต่อ)**
  - เช่น pus cast, blood cast, granular cast, fatty cast, hyaline cast
- **นิ่ว**
  - เป็นก้อนแข็งตกตะกอนของสารละลายอยู่ในปัสสาวะ แตกต่างกันแล้วแต่ขนาดและรูปร่าง
  - สาเหตุ
    - สารพวกที่ละลายได้มีน้อย
    - จำนวนน้ำลดลง
    - ปัสสาวะเป็นกรดหรือด่างผิดปกติ
- **หนอง** — มาจากหนองที่เกิดขึ้นในอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งของทางเดินปัสสาวะ
- **Hematuria**
  - การที่มีโลหิตในปัสสาวะ
  - การอักเสบของปัสสาวะที่อยู่ในทางเดินของปัสสาวะ
  - หรือเป็นวรรณโรค มะเร็ง นิ่วในไต
- **Bile pigment**
  - ในรายที่มีการอุดตันของท่อน้ำดี ที่ทำให้น้ำดีเข้าสู่โลหิตมาก
  - ในโรคที่เม็ดโลหิตแดงถูกทำลายมาก
  - ทำให้ปัสสาวะมีสีเขียวปนเหลืองหรือเหลืองปนน้ำตาล

Ureter

- เป็นท่อปัสสาวะที่ต่อมาจากไต นำปัสสาวะจากไตไปสู่กระเพาะปัสสาวะ
- ยาว ๒๕–๓๐ ซม.
- ผนังมี ๓ ชั้น
  - (๑) ชั้นในสุดเป็น mucous
  - (๒) ชั้นกล้ามเนื้อ ชั้นในเซลล์เรียงตัวตามยาว
    ชั้นนอกเซลล์เรียงตัวตามขวาง
  - (๓) ชั้นนอกสุดเป็น fibrous เป็นชั้นที่นำเส้นโลหิตและประสาทมาสู่ท่อไต

กระเพาะปัสสาวะ

- เป็นอวัยวะที่กลวง อยู่ในอุ้งเชิงกราน อยู่หลังกระดูกหัวเหน่า
  - ในผู้ชายอยู่ข้างหลังของทวารหนัก
  - ในผู้หญิงอยู่ข้างหน้าของผนังด้านหน้าของช่องคลอดและคอมดลูก
- ผนังมี ๔ ชั้น
  - (๑) ชั้นในสุดเป็น mucous
  - (๒) areolar อยู่ระหว่างชั้นกล้ามเนื้อและ mucous
  - (๓) ชั้นกล้ามเนื้อมี ก. ชั้นในเซลล์เรียงตามยาว
    ข. กลางเซลล์เรียงตามขวาง

- **กระเพาะบัสสาวะ (ต่อ)**
  - ผนังมี ๔ ชั้น
    - ค. นอกเหมือนกับชั้นใน
    - (๔) Serous เป็นบางส่วนของเยื่อบุช่องท้อง
  - มีช่องเปิด ๓ ช่อง
    - ช่องเปิดของท่อที่มาจากไต ๒ ช่อง
    - ช่องเปิดที่นำบัสสาวะออกสู่ภายนอก ๑ ช่อง
  - หน้าที่
    - เป็นที่รับและเก็บบัสสาวะ
    - เมื่อจุบัสสาวะตามธรรมดามี ๕๐๐ ซีซี
- **Urethra**
  - เป็นทางเดินของบัสสาวะที่ต่อจากกระเพาะนำบัสสาวะออกสู่ภายนอกยาว ๓.๗ ซม. (ในผู้หญิง) ในชายยาว ๒๐ ซม.
  - ในผู้หญิงอยู่ข้างหลังของ symphysis pubis ฝังอยู่ในผนังด้านหน้าของช่องคลอด
  - ผนังมี ๓ ชั้น
    - (๑) ชั้นในเป็น mucous
    - (๒) Submucous เป็นที่อยู่ของร่างแหของพวกเส้นโลหิตดำ
    - (๓) ชั้นกล้ามเนื้อ
      - ข้างในเซลล์เรียงตัวตามยาว
      - ข้างนอกตามขวาง
  - Urnarius meatus
    - เป็นช่องเปิดที่อยู่ที่อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก
    - อยู่ระหว่างช่องคลอดกับ clitoris
- **Micturition**
  - การถ่ายบัสสาวะ
  - ควบคุมโดยการบังคับของจิตใจ
- **Retention of urine**
  - สาเหตุ
    - มีการอุดตันที่ urethra หรือคอของกระเพาะบัสสาวะ
    - ประสาทที่ควบคุม urethra ทำให้มันตีบ
    - ความรู้สึกของประสาทที่อยู่ที่กระเพาะผิดปกติ
  - ถ้าบัสสาวะมากจะทำให้ล้นและไหลออกมาได้ แต่ก็เป็นจำนวนน้อย
- **Suppression** — ไตไม่ทำงานจึงไม่มีบัสสาวะอยู่ในกระเพาะบัสสาวะ
- **Oliguria** — การขับบัสสาวะน้อย

กรมศิลปากร

บทที่ ๒๒

จุลกายวิทยา (Histology) ของผิวหนัง เล็บ ผม และการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย

ผิวหนังเป็นที่รับความรู้สึกจากภายนอกเกือบทั้งหมด ผิวที่อยู่นอกสุดของผิวหนังเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว ส่วนเซลล์ที่มีชีวิตอยู่จะอยู่ลึกเข้าไป พวกนี้มีน้ำเหลืองมาเลี้ยงเซลล์ที่ตายแล้วจะทำหน้าที่ห่อหุ้มเซลล์ที่มีชีวิตที่อยู่ภายใน แล้วเมื่อเซลล์ตายภายนอกหลุดออกไป เซลล์ภายในจะออกมาแทนที่อยู่เสมอ เมื่อออกมาติด ๆ กันแล้วตัวมันจะเหี่ยวลง และมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีให้มันแข็งติดกัน ป้องกันไม่ให้น้ำเลี้ยงร่างกายที่อยู่ภายในซึมออกมาภายนอกได้โดยวิธีนี้จะรักษา tissue fluids ที่มาเลี้ยงรอบ ๆ มัน ให้เซลล์มีชีวิตได้รับอาหารและติดต่อกับโลหิตอยู่เสมอ

ผิวหนัง

หน้าที่ของผิวหนังมีหลายอย่าง เช่นห่อหุ้มร่างกายและป้องกัน tissues ที่อยู่ภายในไม่ให้แห้งและเป็นอันตราย ป้องกันไม่ให้เชื้อโรคจากภายนอกเข้าไป และมีความสำคัญในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย มีปลายประสาทที่รับความรู้สึกจากภายนอกเพื่อให้ร่างกายทำงานตามหน้าที่ของมัน เพื่อปรับปรุงตัวเองให้เข้ากับสิ่งที่แวดล้อม ในไขมันของของผิวหนังเป็นที่เก็บน้ำตาล น้ำ เกลือ นอกจากนี้ผิวหนังเป็นที่ขับของเสียเช่นเหงื่อ พวกเซลล์ที่ตายแล้วที่อยู่ข้างนอกจะหลุดออก ทั้งมันสามารถดูดซึมได้ คือดูดซึมพวกน้ำมันบางอย่างที่เราใช้ทาที่ผิวหนัง ทั้งหมดนี้เป็นหน้าที่ของผิวหนัง

โครงสร้างของผิวหนัง ผิวหนังแบ่งออกเป็นชั้นใหญ่ ๆ อยู่ ๒ ชั้น (๑) Epidermis หรือผิวที่อยู่ข้างนอก (cuticle) (๒) Corium หรือผิวหนังชั้นใน (dermis)

Epidermis เป็น stratified squamous epithelium นั้นมีเซลล์เรียงกันอยู่หลายชั้น ชั้นนี้จะหนาบางแล้วแต่บริเวณที่มันไปหุ้มเช่นอยู่ในฝ่ามือจะหนากว่าที่อื่น และที่ส้นเท้าจะหนาที่สุด เพราะเป็นที่ ๆ ผิวหนังได้รับการเสียดสีมากที่สุด ผิวที่บางที่สุดได้แก่ผิวที่อยู่ทาง

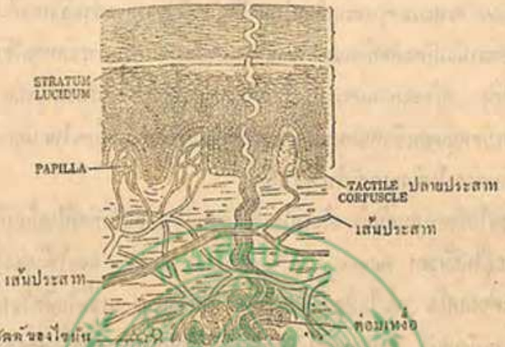
ด้านหน้าของลำตัวและทางด้านในของขาและแขน ผิวชั้นนี้จะช่วยห่อหุ้มทุกส่วนที่เป็นผิวหนังแท้ และเซลล์ของมันจะไปเรียงตัวกันอยู่บนชั้น papillae ของ corium ด้านนอกของ epidermis ที่หนาและบางนั้นแล้วแต่ขนาดและการเรียงตัวของ papillae ที่อยู่ข้างใต้ ซึ่งบางแห่งมันมีรอยย่นมากเพื่อช่วยในการยืดและหด เช่นผิวที่อยู่ตามข้อพับต่าง ๆ เช่น ข้อเท้า หรือข้อศอก บางแห่งก็จะตึงอยู่ตลอดเวลา เช่นที่หลังมือ ส่วนทางฝ่ามือ นิ้วมือ ฝ่าเท้าและนิ้วเท้า ผิวชั้นนี้จะหนา ทั้งนี้เพื่อช่วยในการหยิบจับและในการเคลื่อนไหว ที่ปลายนิ้วทุกนิ้วที่อยู่ทางฝ่ามือและฝ่าเท้า ผิวหนังที่อยู่ชั้นในจะมีลักษณะอย่างหนึ่งไม่เหมือนกับผิวที่อื่น เพราะมันมีลวดลายกันต่าง ๆ แล้วแต่บุคคล (ที่บางคนเรียกว่าก้นหอย) และมันไม่เคยเปลี่ยนแปลงเลยตลอดชีวิต ดังนั้นที่ตรงนี้จึงใช้เป็นที่สำหรับกดลายมือ เพื่อพิสูจน์หลักฐานต่าง ๆ

ผิวหนังชั้นนอกนี้ยังแบ่งออกเป็นชั้นเล็ก ๆ ๔ ชั้น เรียกชื่อต่าง ๆ กันดังนี้คือ (๑) Stratum corneum, stratum lucidum, stratum granulosum และ stratum germinativum

ชั้น ๑–๔ เป็นชั้นที่นับจากข้างนอกเข้าไปหาข้างใน ๓ ชั้นข้างนอกเป็นชั้นของเซลล์ที่ตายแล้ว แต่มันยังยึดแน่นติดกันอยู่ เซลล์เหล่านี้เมื่อหลุดออกไปจะมีเซลล์จากชั้นที่ ๔ ขึ้นมาแทนที่ในชั้น stratum corneum น้ำเลี้ยงของเซลล์จะเปลี่ยนเป็นโปรตีนที่เรียกว่า keratin ซึ่งทำหน้าที่ห่อหุ้มและกันน้ำได้ และมันมีฤทธิ์เป็นกรด ซึ่งจะช่วยฆ่าเชื้อโรคที่มาติดอยู่ซึ่งเราคาดคะเนว่าคงจะเป็นเพราะฤทธิ์ของกรดนั้น ชั้นใต้ลงไปเป็น stratum lucidum ซึ่งเป็น clear cells เรียงกันอยู่ ๒–๓ ชั้น

Stratum germinativum ชั้นนี้มีเซลล์เรียงกันหลายชั้น เซลล์ที่อยู่ชั้นลึกที่สุดเป็น columnar epithelium บางทีชั้นนี้เรียกว่า stratum mucosum การแบ่งตัวของเซลล์ชั้นนี้มีความสำคัญในการเจริญของชั้น epidermis และเซลล์ในชั้นนี้จะขึ้นไปแทนที่พวกที่อยู่ที่ผิว ๆ ที่หลุดออกไป เพราะฉะนั้นเมื่อมันแบ่งตัวมันจะถูกดันขึ้นข้างบนไปทางด้านนอก ที่เซลล์ที่ตายแล้วอยู่ และเซลล์ที่ขึ้นมาใหม่จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้น้ำเลี้ยงของมันที่อยู่ข้างในเซลล์ซึ่งแต่เดิมมีลักษณะอ่อนนิ่ม แข็ง แทนที่เซลล์ที่อยู่ทางด้านนอกที่ถูกถูให้หลุดไปเมื่อมีการอาบน้ำหรือล้างมือ เม็ดสีของผิวหนังอยู่ในเซลล์ของชั้น stratum germinativum พวกเม็ดสีนี้ทำให้ผิวหนังมีสีต่างกัน เช่นในแขกดำหรือผิวของพวกตะวันตกส่วนมาก หรือที่

อยู่ที่หัวนมของคนผิวขาว ผิวชั้นนอกแท้หรือ epidermis ไม่มีเส้นโลหิตผ่าน แต่จะมีปลายประสาทเล็ก ๆ ที่แทรกอยู่ระหว่างเซลล์บ้างเพื่อรับและนำความรู้สึก



(รูปที่ ๒๔๘)

(*รูปโครงสร้างของผิวหนัง ชั้นต่าง ๆ ที่อยู่ใน* epidermis *และ* dermis)

Corium หรือ dermis คือผิวหนังชั้นในเป็นที่รับความรู้สึกง่ายมาก เพราะเป็นชั้นที่มีเส้นโลหิต เส้นน้ำเหลือง ประสาท ต่อมและขุมขน และ papillae ชั้นนี้แยกออกเป็น ๒ ชั้น ชั้นนอกเรียก papillae เป็นชั้นที่อยู่ติดชั้นในสุดของ epidermis และชั้นในสุดเรียก reticular

Papillae เป็นชั้นที่มีส่วนเล็ก ๆ ยื่นแหลมขึ้นไป ปลายของมันชี้ไปทางด้าน epidermis Papillae นี้ประกอบด้วยมัดเล็ก ๆ ของ fibrilated tissue ที่เป็น fibril ที่เรียงขนานกันเป็นมัด ๆ ภายในมันมีเส้นโลหิตฝอยเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้มีเส้นประสาทมากด้วย Papillae บางแห่งเช่นของฝ่ามือและนิ้วมือมีใยประสาทมาก เพราะฉะนั้นจึงเป็นที่รับความรู้สึกได้ดี

Reticular ประกอบด้วย fibrous เป็นเส้น ๆ แบน ๆ เล็ก ๆ และพวกเส้น ๆ ของ elastic tissue ประสานกันอยู่จึงทำให้มีช่องว่างเล็ก ๆ อยู่ระหว่างมัน ภายในช่องเล็ก ๆ เหล่านั้นเป็นที่อยู่ของต่อมเหงื่อและพวกไขมัน ชั้นนี้ติดแน่นกับพวกที่อยู่ข้างใต้โดยมี subcut-

aneous กั้นอยู่ระหว่างกลางพวก subcutaneous เป็น areolar connective tissues ในชั้นนี้จะมีน้อยแห่งที่มีไขมันในบางส่วนของร่างกายเช่นที่ หน้าคอ รอยต่อของชั้น subcutaneous และ reticular จะหลวม ๆ และเคลื่อนไปมาได้ ในร่างกายส่วนอื่นเช่นที่ฝ่ามือและฝ่าเท้าตรงรอยต่อของมันมักจะติดกันแน่น ในคนหนุ่มสาวผิวหนังจะมีการยืดหยุ่นได้ดี โดยเหตุนี้ถ้ามีการดึงให้ตึง หรือจะย่นมันจะกลับไปอยู่ในรูปเดิมได้ง่ายไม่มีรอยเหี่ยวย่น แต่ในคนที่มีอายุมากการยืดหยุ่นของผิวหนังจะน้อยลงทำให้ผิวหนังที่มีการเคลื่อนไหวบ่อย ๆ เกิดมีการเหี่ยวย่นเข้าแล้วจะไม่มีการกลับไปในรูปเดิม

เส้นโลหิต และเส้นน้ำเหลืองที่ไปเลี้ยงผิวหนัง เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงผิวหนังประกอบเป็นร่างแหอยู่ในชั้นของ subcutaneous connectine tissue และให้แขนงไปยัง papillae ขุมขน และต่อมเหงื่อ เส้นโลหิตฝอยของผิวหนังมีมากมาย ฉะนั้นโลหิตในร่างกายส่วนมากจึงไปสู่บริเวณผิวหนัง จำนวนของโลหิตที่จะไปสู่ผิวหนังมากขึ้นหรือน้อยลงนั้น แล้วแต่ขนาดของเส้นโลหิตที่อาจจะขยายและหดตัวในบางขณะ ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของเส้นประสาทพวก vasomotor nerve

เส้นน้ำเหลืองที่ไปสู่ผิวหนัง มีพวก superficial และ deep lymphatics ที่ประสานกันเป็นร่างแหอยู่ใต้ผิวหนัง แต่ละเส้นจะมีทางติดต่อกัน และติดต่อกับเส้นน้ำเหลืองที่อยู่ในชั้น subcutaneous

เส้นประสาทที่ไปสู่ผิวหนังมีมากมาย ซึ่งแบ่งออกไปตามหน้าที่ของมันดังนี้ คือ

(๑) พวกเส้นประสาทที่ทำให้เส้นโลหิตหด และขยายตัว และพวกนี้จะไปทำให้ arrector muscle มีการหดตัว หรือการทำให้เกิดขนลุกด้วย

(๒) เส้นประสาทที่เกี่ยวกับความรู้สึกร้อนและหนาว พวกที่รับความหนาวเรียก cold recepors (เป็น end organ ของ Krause ดูรูปที่ ๙๙) และพวกที่รับความร้อนได้แก่ end of Ruffini

(๓) เส้นประสาทที่รับความรู้สึกในทางสัมผัส (Meiss ner 's corpuscle) และปลายประสาทที่อยู่รอบ ๆ ขุมขนและผิวหนัง และความรู้สึกที่มีการกดหรือ pressure receptor (Pacinian corpuscle)

(๔) เส้นประสาทที่รับความรู้สึกเจ็บ (pain receptors) มีมากกว่า ๒ ๐๐๐ ๐๐๐

(๕) เส้นประสาทที่ไปสู่ต่อมต่าง ๆ ประสาทพวกที่ไปสู่ศูนย์กลางประสาทที่อยู่ในสมองและไขสันหลัง ส่วนมากมาจากการกระตุ้นที่ผิวหนัง เพราะฉะนั้น เราจึงใช้เหตุผลนี้ในทาการรักษาโรคต่าง ๆ โดยการประคบที่ผิวหนัง ด้วยความร้อน หรือเย็น เป็นต้น (Hydrotherputic) ซึ่งได้รับผลต่าง ๆ กัน

ผม เล็บ ต่อมน้ำมัน (sebaceous glands) และต่อมเหงื่อ (sudoriferous glands)

เล็บมาจาก horny cells ของ epidermes ติดกันอยู่มีลักษณะแข็งใส ติดอยู่ทางปลายนิ้วทางด้านหลัง เล็บแต่ละอันติดแน่นอยู่กับชั้น corivm ที่อยู่ใต้

เล็บยาวออกเรื่อย ๆ โดยการเจริญของเซลล์ที่อยู่ใน stratum germinativum ที่อยู่ที่โคนเล็บ ที่แรกเซลล์พวกนั้นยังเป็นเซลล์ที่นุ่มนิ่มอยู่ แล้วต่อไปจะกลายเป็นเซลล์ที่แข็งและแห้ง แล้วมาติด ๆ กันแน่นเป็นแผ่นแข็ง คือเป็นเล็บ ถ้านิ้วมีการเป็นหนองหรืออักเสบจนหลุดไป เล็บใหม่จะเกิดขึ้นแทนที่

ผมหรือขน (pili) เจริญมาจากชั้น epidermis เหมือนกันขุมขนจะฝังอยู่ใน subcutaneons tissues ส่วนของผมหรือขนที่อยู่ในขุมขนเรียกว่า root และส่วนที่ออกมาข้างนอกเรียกว่า shaft เส้นขนหรือผมประกอบด้วย cuticle ซึ่งเป็นเซลล์ชั้นเดียวที่แข็งที่หุ้มอยู่ข้างนอกของ เส้นผม

Cortex ส่วนของผมที่อยู่ถัด cuticle เข้าไป เป็นเซลล์ตัวยาว ๆ ที่มาเรียงกันอยู่เป็นเส้นเล็ก ๆ แบน ๆ พวกที่มีผมสีดำ ภายในส่วนนี้ของผมจะมีเม็ดสี ส่วนผมที่ขาวภายในจะมีอากาศบรรจุอยู่

Medulla เป็นแกนกลางของเส้นผมประกอบด้วยเซลล์ที่เป็นเหลี่ยม ๆ เรียงกันอยู่เป็นแถว ตามธรรมดาระหว่างเซลล์มีช่องว่างที่เป็นที่อยู่ของอากาศ ขนอ่อนที่อยู่ตามร่างกาย และที่ศีรษะไม่มี medulla

รากผมที่อยู่ที่ก้นของขุมขน จะโต และยื่นเข้าไปในกระเปาะที่ประกอบขึ้นจากเซลล์และฝังอยู่ใน papillae อีกที (ดูรูปที่ ๒๕๑) ผมไม่มีเส้นโลหิตไปเลี้ยง แต่รับอาหารจากโลหิตที่ไปเลี้ยง papillae

[library watermark stamp]

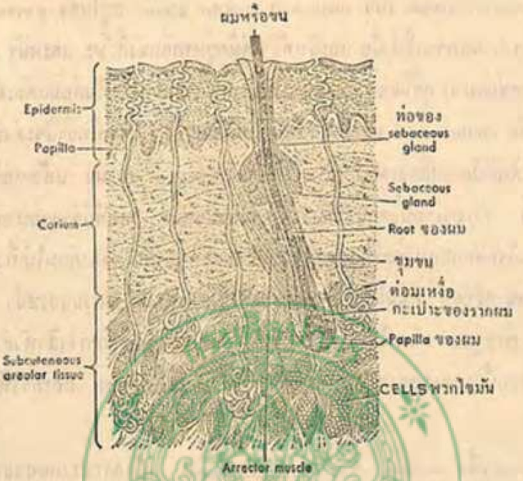
(รูปที่ ๒๕๐)

(รูปขยายของเส้นผมคน)

กรมศิลปากร

ความเจริญของผม ผมเจริญมาจากชั้น papillae โดยการแบ่งตัวของเซลล์ที่อยู่ที่ฐานของมัน เซลล์นี้จะยาวออก และต่อกันเป็นเส้นเหนียว และเมื่อมันถูกดันออกภายนอกจะเป็นเส้นโปนออก คนที่มีหนังศีร์ษะที่หนาและติดกับกระโหลกศีร์ษะไม่แน่น (คือดันให้มันเลื่อนไปมาได้) ผมจะเจริญได้ดี เพราะได้อาหารที่มาจากเส้นโลหิตมาก คนที่มีหนังศีร์ษะบาง และหนังศีร์ษะติดแน่นกับกระโหลกศีร์ษะ จะทำให้เส้นโลหิตคีบ โลหิตไปเลี้ยงน้อย และการที่หนังศีร์ษะติดแน่นจะไปกดที่รากผม ทำให้มันเหี่ยวลงไป ฉะนั้นในบางรายที่มีการนวดศีร์ษะเพื่อให้โลหิตมาเลี้ยงมากขึ้น จะเป็นการกระตุ้นความเจริญของผมด้วย ผมที่ร่วงออกเรื่อย ๆ จะมีการเกิดขึ้นมาแทนที่เรื่อย ๆ ในเด็กที่อยู่ในวัยรุ่นหรือกำลังเจริญเติบโต นอกจากผมจะขึ้นมาแทนที่พวกที่ร่วงไปแล้ว ขุมขนอันใหม่ก็เจริญขึ้นมาเพิ่มอีกด้วย ทำให้ผมเพิ่มจำนวนขึ้นด้วย แต่ถ้าพวกเซลล์ที่อยู่ที่รากผมตายลง ผมจะไม่เกิดขึ้นที่ ๆ ตรงนั้นเลย

ที่ฝ่ามือ และฝ่าเท้า และข้อปลายสุดของนิ้วมือ และนิ้วเท้าจะไม่มีขนขึ้น นอกจากนี้ทุกส่วนของร่างกายจะมีขนขึ้นอยู่ทั่ว ๆ ไป ขนที่ขึ้นที่หนังศีร์ษะ หรือที่เรียกว่าผมนั้นจะเป็นเส้นยาว และใหญ่กว่าขนที่อื่น ๆ



(รูปที่ ๒๕๑)

(Section ของผิวหนังให้เห็นต่อมน้ำมัน ต่อมเหงื่อ ขน และขุมขน arrector muscle) (Gerrish)

Arrector muscles ขุมขนเป็นแอ่งเล็ก ๆ ที่แทงเฉียง ๆ เพราะฉะนั้นขนที่ขึ้นมาจึงตั้งไม่ตรง ระหว่างขุมขนทุก ๆ อันมีกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ เรียกว่า arrector muscle ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อพวกที่อยู่นอกบังคับของจิตใจ กล้ามเนื้อนี้ติดอยู่ที่ชั้น papillae ของ corium และเกาะที่ขุมขนใต้ทางเข้าของท่อของต่อม sebaceous (ดูรูปที่ ๒๕๒) กล้ามเนื้ออยู่ทางด้านข้างของเส้นขนที่เทลาดไป เพราะฉะนั้นเมื่อมันหดตัวจะทำให้ขนลุก เช่นเมื่อตกใจกลัวหรือหนาวจะเห็นขนลุกชันขึ้น

ต่อมน้ำมัน หรือ sebaceous glands อยู่ในมุมระหว่างขุมขน และกล้ามเนื้อ เพราะฉะนั้น เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะบีบต่อมนี้ให้ขับสารชนิดหนึ่งออกมาคล้ายน้ำมัน สารชนิดนี้เรียกว่า sebum ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้ความร้อนออกจากร่างกายมากเกินไป

Sebaceous glands เป็น compound alveolar glands อยู่ในชั้น corium มีอยู่ทุกแห่งของร่างกาย นอกจากที่ฝ่ามือ และฝ่าเท้า แต่มีอยู่มากที่หนังศีรษะ และหน้า และรอบ ๆ ช่องจมูก และช่องปาก หูชั้นนอก และช่องเปิดของทวารหนัก ภายในต่อมแต่ละอันประกอบด้วยเซลล์ชนิด epithelium และมีเซลล์พวกไขมันอยู่เต็ม เซลล์เหล่านี้จะช่วยขับเซลล์ที่ร่างกายไม่ใช้แล้วโดยเปลี่ยนเซลล์เหล่านั้นให้เป็น secretion ของมัน แล้วเซลล์ใหม่จะได้เกิดขึ้นแทนที่ ท่อของต่อมนี้ตามธรรมดาเปิดขึ้นบนผิวหนัง แต่ก็มีจำนวนมากที่เปิดเข้าสู่ขุมขน และสิ่งที่ขับออกมาจะผ่านเส้นขนขึ้นบนผิวหนัง แต่ขนาดของต่อมไม่เกี่ยวกับความยาวของเส้นขน หรือผม ต่อมที่ใหญ่ที่สุดพบในรูจมูก และในบางส่วนของหน้า ถ้าต่อมนี้มี secretion คั่งอยู่มาก มันจะโต และต่อมจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ที่เรียกว่าสิวหัวดำ บางทีสิ่งที่คั่งอยู่จะกลายเป็นอาหารของพวกแบคทีเรีย ชนิดที่ทำให้เกิดหนอง และทำให้เกิดเป็นสิวหรือผื่น

Sebum เป็น secretion ของ sebaceous glands เป็นสารประกอบของไขมันและสบู่ cholesterol สารพวก albuminous เซลล์พวก epithelium ที่ตายแล้ว และเกลืออนินทรีย์ทั้งหลาย ประโยชน์ของมัน คือ ช่วยป้องกันไม่ให้ผมแห้ง และแตก และไม่ให้มันเป็นอันตรายเมื่อได้รับอากาศชื้น และที่มันฉาบอยู่บนผิวหนังจะป้องกันไม่ให้น้ำผ่านเข้าและออกจากผิวหนัง สารชนิดนี้ในทารกที่อยู่ในครรภ์มันจะจับอยู่บนผิวหนังจนมองเห็นชัด ขึ้นและมีลักษณะคล้ายไขมัน เรียก vernix caseosa

ต่อมเหงื่อ หรือ sudoriferous glands มีอยู่ใต้ผิวหนังทั่ว ๆ ไป แต่ต่อมที่อยู่ที่บริเวณรักแร้ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า และหน้าผากจะใหญ่ และมีอยู่อย่างหนาแน่น ต่อมแต่ละอันมีท่ออันเดียว ปลายข้างหนึ่งของมันจะตันและขดไปมาฝังอยู่ใน subcutaneous tissues ปลายที่ขดไปมาเป็นต่อมเหงื่อ ซึ่งประกอบด้วยท่อเล็ก ๆ และปลายอีกข้างหนึ่งจะผ่าน corium ขึ้นไปทางด้าน epidermis และไปเปิดที่ผิวหนัง ท่อทั้งอันบุด้วย secreting epithelium ปลายที่ขดอยู่นั้น มีร่างแหของเส้นโลหิตฝอยหุ้มอยู่รอบระหว่างโลหิตภายในเส้นโลหิตฝอยกับท่อของต่อมนั้น มีเยื่อบาง ๆ กั้นอยู่เท่านั้น

เหงื่อ (perspiration หรือ sweat) เหงื่อของคนปกติจะเจือจางและมีฤทธิ์เป็นกลาง

เมื่อถูกขับออกทางผิวหนังจะมีเศษของเซลล์ที่ตายแล้ว และพวก sebum ปนอยู่มี pH ๕ ๗๕ นอกจากนั้นมีเกลืออนินทรีย์ชนิดเดียวกับที่มีในโลหิต แต่ความเข้มข้นของมันมีน้อยกว่า เกลือที่สำคัญเป็นพวกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ส่วนพวกอินทรีย์ที่พบในเหงื่อจะคล้ายกับพวกที่พบในปัสสาวะ คือมี urea, uric acid, creatinine และ sulphate ของ phenol, skatol ตามธรรมดาของเหล่านี้จะมีน้อยมาก แต่ถ้าเหงื่อถูกขับออกมากจะต้องนึกถึงการขับ urea ว่าจะถูกขับออกมากด้วย

(รูปที่ ๒๕๒)

(ปลายของต่อมเหงื่อที่ขดอยู่ รูปซ้ายเป็นร่างแหของเส้นโลหิตฝอย ซึ่งข้างในมันเป็นที่อยู่ของต่อมเหงื่อ)

จำนวนของเหงื่อ ถ้าอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราอยู่ในเกณฑ์ปกติ เหงื่อที่ถูกขับออกมาจากร่างกายโดยสม่ำเสมอนั้น จะถูกระเหยออกไปโดยเราไม่รู้สึกอะไรเลย แต่ถ้าเหงื่อที่ขับออกมามาก จนไม่สามารถระเหยออกไปในทันที หรือในเวลาอันสั้นได้ มันจะกลายเป็นหยดเหงื่ออยู่ตามผิวหนัง

จำนวนเหงื่อที่ขับออกตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมงนั้น ประมาณ ๔๗๐–๖๐๐ ซีซี (๑๖–๒๐ ออนซ์) แต่จำนวนนี้อาจจะเพิ่มขึ้นได้แล้วแต่อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ สภาวะการเจือจางของโลหิต การออกกำลัง ความเจ็บปวด การอาเจียร ตื่นเต้น การ

หายใจลำบาก การใช้ยาขับเหงื่อ เช่น pilocarpine, physostigmine, strychnine, nicotine, camphor และในรายที่เป็นโรคบางอย่าง เช่น วรรณโรค โรคไข้จับสั่นร้ายแรง และมาเลเรีย

เหงื่ออาจจะถูกขับน้อยลงถ้าอากาศหนาว มีการขับปัสสาวะมาก ท้องเดิน ฤทธิ์ของยาบางชนิด เช่น atropine การดื่มน้ำเย็น โรคบางอย่างเช่นเป็นไข้เบาหวาน และในบางรายที่เป็นโรคอัมพาต

การทำงานของต่อมเหงื่อ ต่อมเหงื่อทำงานโดยประสาทพวก secretory nerve ที่ไปเลี้ยง epithelial cells ของต่อมเหงื่อ การทำงานของต่อมอาจจะเนื่องมาจากการกระตุ้นโดยตรงที่ประสาทนี้ หรือกระตุ้นที่ประสาทรับความรู้สึกที่อยู่ที่ผิวหนังก็ได้ สาเหตุที่เหงื่อออกมากคือ ถ้าอากาศภายนอกร่างกายร้อนจัด หรือมีการออกกำลังกาย

หน้าที่ของต่อมเหงื่อ เมื่อเหงื่อถูกขับออกมา เราจะไม่เพ่งเล็งถึงการขับของเสียเท่ากับการระบายความร้อนออกนอกร่างกาย เพราะเมื่อเหงื่อนั้นออกมา มันต้องระเหยไป เพราะฉะนั้นความร้อนที่ไปทำให้เหงื่อระเหยส่วนใหญ่ต้องมาจากผิวหนัง ความร้อนที่ใช้ไปนี้ประมาณ ๐.๕ แคลลอรี่ ที่จะไปทำให้น้ำ ๑ กรัมระเหยได้ การระบายความร้อนออกนี้ช่วยทำให้ระดับความร้อนในร่างกายอยู่ในสภาพปกติ เพราะเมื่อเซลล์ในร่างกายทำงานจะเกิดมีความร้อนขึ้นเรื่อย ๆ ความร้อนนี้จึงแทนที่ความร้อนที่เสียไปทางผิวหนัง และถ้าความร้อนไม่ถูกขับไปทางผิวหนังเสียบ้าง ความร้อนจะถูกสะสมอยู่ในร่างกายมากกว่าปกติ และยิ่งเมื่อไตทำงานไม่ได้เต็มที่ ของเสียในโลหิตก็จะไม่มีทางระบายออก ต่อมเหงื่อจะทำหน้าที่ช่วยขับของเสียนั้น โดยเฉพาะเมื่อต่อมเหงื่อถูกกระตุ้น เพราะฉะนั้นเมื่อไตทำงานน้อย หรือไม่ทำงานเลย จำนวนเปอร์เซนต์ของ urea ที่ขับออกมาในเหงื่อจะสูง

Ceruminous Glands เป็นต่อมที่อยู่ที่ผิวหนังที่หุ้มอยู่ช่องหูภายนอก (external auditory canals) เป็นพวกที่ต่างจากต่อมเหงื่อ แต่สิ่งที่มันขับออกมาจะมีสีเหลืองคล้ายขี้ผึ้ง เรียกว่า cerumen แต่ถ้าส่วนลึกของช่องหูเข้าไปมี cerumen ถูกขับออกมาคั่งมากๆ จะทำให้หน้าที่ของหูบกพร่องไปด้วย

ความร้อนภายในร่างกาย

ในแง่ที่เกี่ยวกับการควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายสัตว์ทั้งหลาย จำแนกออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ๒ พวก คือ

(๑) พวกที่สามารถรักษาความร้อนภายในร่างกายให้คงที่ ถึงแม้ว่าอากาศที่อยู่ภายนอกจะร้อนหรือหนาวอย่างไรก็ตาม สัตว์พวกนี้ได้แก่นก และสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม (รวมทั้งมนุษย์เราด้วย)

(๒) พวกสัตว์ที่ทำให้ความร้อนภายในตัวของมันเปลี่ยนไปกับอากาศที่อยู่แวดล้อม สัตว์พวกนี้เช่น กบ ปลา สัตว์เลื้อยคลานทั้งหลาย เด็กที่อยู่ในครรภ์มารดาจัดอยู่ในประเภทนี้

ความแตกต่างระหว่างสัตว์ทั้ง ๒ พวกนี้ คือ ปฏิกิริยาที่มีต่ออุณหภูมิภายนอก เช่น ถ้าอยู่ในอากาศหนาว อุณหภูมิของโลหิตจะเย็นลงตามด้วย เพราะ metabolism ของ tissue ทั้งหลายลดลง ความร้อนที่จะเกิดขึ้นจึงลดลงด้วย ส่วนพวกสัตว์ที่มีโลหิตอุ่นจะมีปฏิกิริยาตรงข้าม ถ้าอากาศภายนอกเย็นอุณหภูมิภายในก็จะคงที่ metabolism จะเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นความร้อนจะเพิ่มขึ้นด้วย

การทำให้เกิดความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายมาจาก oxidation ที่เกิดขึ้นโดยการย่อยอาหาร ทั้งนี้จะทำให้เกิดพลังงาน เซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายจะเป็นตัวทำให้เกิดความร้อน และ tissues แต่ละชนิดผลิตความร้อนต่างกัน เพราะมันทำหน้าที่ต่างกัน พวกที่สำคัญที่สุดในการทำงานให้เกิดความร้อน คือ พวกกล้ามเนื้อพวกที่เกาะติดกับกระดูกทั้งหลาย ซึ่งมันมีจำนวนถึง ๕๐% ของน้ำหนักของร่างกาย ถัดไปก็เป็นต่อมใหญ่ ๆ ที่ให้ความร้อนมากเหมือนกัน ที่ให้ความร้อนน้อยที่สุดได้แก่ความร้อนที่เกิดเพราะการเสียดสีของกล้ามเนื้อ กับการไหลเวียนของโลหิต การรับประทานอาหารร้อน อยู่กลางแสงแดด หรือประคบด้วยความร้อน

การแจกจ่าย หรือการกระจายความร้อนตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อโลหิตนำอาหารไปให้แก่ tissues ก็จะนำเอาความร้อนที่ tissues สร้างขึ้นรวมมาด้วย โดยเหตุนี้อุณหภูมิของโลหิตที่ไหลผ่านไปจะเพิ่มขึ้น แล้วโลหิตนี้จะเย็นลงเมื่อความร้อนถูกถ่ายออกจากร่างกาย โดยระบายออกพร้อมกับเหงื่อ และอากาศที่หายใจออกอุณหภูมิของโลหิตที่

ผ่านไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายก็แตกต่างกันเล็กน้อย เพราะอวัยวะบางอย่างก็เก็บเอาความร้อนไว้ เช่น ตับเป็นต้น แต่คิดเฉลี่ยแล้วโลหิตในร่างกายจะอยู่ในเกณฑ์

การระบายความร้อนออกจากร่างกายนั้น นอกจากออกทางผิวหนังก็มี ปอด โดยการปนออกมากับอากาศที่หายใจออก ทางอุจจาระ และปัสสาวะ ตามส่วนดังนี้คือ

ทางผิวหนัง	๒ ๑๕๖ แคลอรี่ หรือ ๘๗.๕%
ทางลมหายใจออก	๒๖๖ แคลอรี่ หรือ ๑๐.๗%
ทางอุจจาระ และปัสสาวะ	๔๗ แคลอรี่ หรือ ๑.๗%
รวมใน ๒๔ ชั่วโมง	๒๔๗๐ แคลรอรี่ หรือ ๑๐๐%

จากจำนวนที่แสดงไว้ จะเห็นว่า ผิวหนังเป็นสิ่งสำคัญที่จะควบคุมความร้อนของร่างกายไว้ เพราะมีเนื้อที่กว้างที่รับอากาศและแสงแดดจากภายนอก และโลหิตที่มาสู่บริเวณผิวหนังก็มีมากด้วย

อุณหภูมิและความชื้นของอากาศเป็นสิ่งที่ทำให้ความร้อนที่ระบายออกทางส่วนต่างๆ ของร่างกายเปลี่ยนแปลงได้

การรักษาระดับความร้อนของร่างกาย

อุณหภูมิของร่างกายที่อยู่ในระดับปกตินั้น เพราะการรักษาความสมดุลย์ระหว่างการสร้างและการระบายความร้อนออกจากร่างกาย เพราะฉะนั้นร่างกายต้องมีการควบคุมการสร้างและการระบายความร้อนนี้ ส่วนไหนของร่างกายที่มีระบบประสาทเกี่ยวข้องดำเนินการในด้านนี้ยังไม่รู้แน่ นักกายวิภาคหลายคนให้เหตุผลว่า การทำให้ความร้อนอยู่ในระดับพอดีนั้น มีประสาทที่ติดต่อกับศูนย์กลางควบคุมอุณหภูมิของร่างกายที่อยู่ในสมอง และจากการทดลองหลายอย่างแสดงให้เห็นว่าศูนย์กลางที่ควบคุมเหล่านี้อยู่ในสมอง ส่วน thalamus

การทำให้เกิดความร้อน (ศูนย์กลางอยู่ใน thalamus)	แล้วแต่การรับประทานอาหารที่ให้แคลรอรี่มากหรือน้อย	เกี่ยวกับความอยากอาหาร ความหิว เกี่ยวกับ tone ของกล้ามเนื้อที่อยู่ที่ผนังของกระเพาะอาหาร
	Metabolic rate (อัตราการใช้อาหารนั้น ๆ	เกี่ยวกับ tone ของเซลล์ทั้งหลายของร่างกาย แต่โดยเฉพาะของกล้ามเนื้อพวกที่มีลายและเซลล์ของต่อมใหญ่ ๆ

กรมศิลปากร

การระบายความร้อน ศูนย์กลางอยู่ใน medulla
- เกี่ยวกับการรับและการนำความร้อนของผิวหนังและเกี่ยวกับจำนวนโลหิตที่ผ่านไปที่ผิวหนังในขณะหนึ่ง ๆ
  - เกี่ยวกับ tone ของเซลล์ของกล้ามเนื้อที่อยู่ที่ผนังของเส้นโลหิตดำและแดง
- เกี่ยวกับการระเหยของเหงื่อ
  - เกี่ยวกับ tone ของเซลล์ของกล้ามเนื้อที่อยู่ ที่ ผนัง ของ เส้นโลหิตดำและแดงและของเซลล์ของต่อมเหงื่อ

การทำให้เกิดความร้อน (ที่ควบคุมโดยสารเคมี) ความร้อนในร่างกายแตกต่างกันคือลดและเพิ่มตาม oxidation ทั้งนี้แล้วแต่การรับอาหารและการออกกำลังกาย ในบทที่ ๒๐ ได้อธิบายถึงความแตกต่างของ oxidation ของอาหารต่างชนิดกันที่ให้ความร้อนต่าง ๆ กัน และการย่อยอาหารโดยเฉพาะโปรตีนกระตุ้น metabolic ของร่างกายและความร้อนที่เกิดจะเพิ่มขึ้น ตามที่กล่าวมานี้ต้องอาศัยปฏิกิริยาของ enzymes และ internal secretion บางอย่างที่มีความสำคัญมากเช่นพวก thyroxine เพิ่ม oxidation ของร่างกายและกระตุ้น metabolic ทั้งหมด ตลอดเวลาที่มีการย่อยจะมีความร้อนเกิดขึ้นในบางส่วนของลำไส้ที่มีการเคลื่อนไหวและเกิดขึ้นที่ต่อมที่มีการย่อยอาหาร โดยเฉพาะที่ตับ อากาศเย็นจะกระตุ้นความอยากอาหารและทำให้รับประทานอาหารได้มาก ในเวลาเดียวกันพวกไขมันจะถูกสร้างเพิ่มขึ้นด้วยความร้อนจึงถูกสร้างขึ้นมาก นอกจากนี้ความเย็นทำให้กล้ามเนื้อหดตัว และเร่ง oxidation ให้เร็วขึ้น การหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดความร้อน อีกนัยหนึ่งถ้าอยู่ในอากาศร้อน การทำงานของกล้ามเนื้อไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนเกินความต้องการของร่างกาย ในขณะที่กล้ามเนื้อกำลังทำงาน จะทำให้การไหลเวียนของโลหิตในบริเวณนั้นเร็วขึ้น เส้นโลหิตที่อยู่ที่ผิวหนังขยายต่อมเหงื่อขับเหงื่อออกมาก และเส้นโลหิตที่มีอุณหภูมิสูงผ่านไปได้ผิวหนังจะระบายความร้อนออกทางผิวหนัง โดยการไปทำให้เหงื่อที่อยู่ที่ผิวหนังแห้ง ความร้อนของร่างกายโดยทั่ว ๆ ไปจึงถูกรักษาให้อยู่ในระดับปกติโดยวิธีนี้

การระบายความร้อน การระบายความร้อนแล้วแต่อัตราการหายใจด้วย คือถ้าหายใจเร็วความร้อนที่ระบายออกมาก การที่หายใจเร็วนั้นเกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อ จะช่วยขับถ่ายความร้อนที่มีมากเกินไป ถึงแม้ว่าสิ่งนี้ไม่มีความสำคัญเหมือนกับการขับเหงื่อที่ออกทางผิวหนัง ในมนุษย์เราการรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายอาศัยการหายใจเป็นส่วนน้อย เพราะมีการขับเหงื่อทางผิวหนังมาก แต่ในสัตว์ที่ไม่มีการขับเหงื่อ การหายใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย

ตลอดเวลาที่กล้ามเนื้อทำงานหรืออากาศที่อยู่ภายนอกร้อน ประสาทรับความร้อนที่อยู่ที่ผิวหนังจะได้รับการกระตุ้นอยู่ตลอดเวลา แล้วกระแสประสาทจะถูกส่งไปยังศูนย์กลางประสาทที่ควบคุมการทำงานของต่อมเหงื่อไปกระตุ้นต่อมเหงื่อให้ขับเหงื่อเพิ่มขึ้น จึงต้องการความร้อนเพิ่มขึ้นที่จะทำให้เหงื่อระเหย เพราะฉะนั้นความร้อนก็ระบายออกได้มาก ถ้าอากาศที่อยู่ภายนอกมีความชื้นมาก จะทำให้การระเหยของเหงื่อเป็นไปไม่ดี เพราะฉะนั้นความร้อนที่ระบายออกจึงไม่มาก โดยเหตุนี้ถ้าวันไหนอากาศร้อนและชื้นด้วย เราจึงรู้สึกไม่สบาย

ประสาทรับความร้อนที่อยู่ที่ผิวหนัง ไม่ใช่ให้กระแสไปกระตุ้นต่อมเหงื่อเท่านั้น และในเวลาเดียวกันมันจะส่งกระแสประสาทไปที่ศูนย์กลางที่ทำให้เส้นโลหิตของ ผิว หนังหดตัว ทำให้โลหิตไปเลี้ยงผิวหนังน้อยลง และตรงข้ามถ้าเส้นโลหิตขยายตัว โลหิตจะไปสู่ผิวหนังมาก เพื่อให้โลหิตเย็นลง ทั้งนี้เป็นการช่วยเพิ่มอุณหภูมิของผิวหนังและเพิ่มการระบายความร้อน เมื่ออากาศภายนอกต่ำและประสาทที่รับความเย็นนำกระแสประสาทไปกระตุ้นที่ศูนย์กลางประสาท ทำให้เส้นโลหิตตีบเส้นโลหิตไปเลี้ยงผิวหนังน้อย ความร้อนที่ผิวหนังน้อย และความร้อนของร่างกายที่เสียไปน้อยด้วย

อุณหภูมิของผิวหนัง คือ ๓๓°C (92°F) อากาศที่อยู่กำลังสบายนั้นต้องมีอุณหภูมิเท่า ๆ กับอุณหภูมิของผิวหนัง เพราะอัตราการใช้อาหารนั้น ๆ และการแจกจ่ายโลหิตไปยังผิวหนัง และการทำงานของต่อมเหงื่อจะเป็นไปด้วยดีในอุณหภูมิเช่นนี้ ถ้าอุณหภูมิของผิวหนังสูงหรือต่ำกว่านี้หมายความว่าความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายมีมาก และเกี่ยวกับการระบายความร้อนออก ไม่ใช่เพราะความต้องการของผิวหนังเอง

ในเร็ว ๆ มานี้ ได้มีผู้อธิบายว่าความเข้มข้นของโลหิตมีความสำคัญในการระบายความร้อน เพราะของเหลวที่อยู่ในร่างกายเก็บความร้อนไว้ และเมื่อความร้อนที่อยู่ภายนอกร่างกายต่ำ พวกน้ำที่อยู่ในโลหิตจะถูก tissues ดูดไป ทำให้โลหิตมีความเข้มข้น และเมื่ออุณหภูมิภายนอกสูง น้ำจะถูกดูดจาก tissues เข้าสู่โลหิต และทำให้โลหิตเจือจางลง และเมื่อโลหิตเจือจางลงน้ำจะถูกส่งไปยังผิวหนังมากขึ้น และทำให้ความร้อนระบายออกทางผิวหนังมากขึ้นด้วย แต่เมื่อน้ำถูกดูดซึมเข้าไปใน tissues มาก ความร้อนระบายออกน้อย นอกจากสิ่งทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วที่เกี่ยวข้องกับการระบายความร้อนออกแล้ว ยังมีหลายสิ่งที่ต้องพิจารณา เช่นขนาดหรือน้ำหนักของคน อายุ ฯลฯ

น้ำหนักของคนที่เกี่ยวข้องกับการระบายความร้อน เพราะคนที่อ้วนผิวหนังมีเนื้อที่กว้าง ซึ่งทำให้มีการระบายความร้อนและการทำให้เกิดความร้อนแตกต่างกับคนผอม

อายุ ในเด็กการทำให้เกิดความร้อนมีมาก เพราะเด็กมักจะมีการเคลื่อนไหวมาก และเซลล์ในร่างกายกำลังเจริญ

เสื้อผ้าและเครื่องแต่งกายก็ช่วยในการทำงานของผิวหนัง และการรักษาความร้อนของร่างกาย ถึงแม้ว่าตัวเสื้อผ้าเองไม่ทำให้เกิดความร้อนก็ตาม ฉะนั้นชนิดของเสื้อผ้าควรจะแล้วแต่ความต้องการของร่างกาย

การอาบน้ำร้อน เป็นการป้องกันการระบายความร้อนออกทางผิวหนัง และอาจจะเพิ่มความร้อนให้แก่ร่างกายได้ ถ้าไม่ใช้เวลาอาบนานเกินไป

การอาบน้ำเย็น หรือ tonic bath (ทำให้กล้ามเนื้อหดเกร็งเหมือนกับอยู่ในอากาศเย็น) น้ำเย็นจะทำให้เส้นโลหิตที่อยู่ที่ผิวหนังหดตัว ไล่โลหิตให้กลับเข้าไปข้างในทำให้ oxidation เพิ่มขึ้น ถ้าเวลาที่ใช้อาบน้ำนั้นสั้นแล้วมีการนวดจะทำให้เส้นโลหิตขยาย (การอาบน้ำเย็นมักทำให้ร้อนในภายหลัง) โลหิตที่มีอุณหภูมิสูงที่ถูกส่งไปที่ผิวหนังทำให้การไหลเวียนของโลหิตเร็วขึ้น แล้วจำนวนความร้อนระบายออกจะเพิ่มขึ้น ในบางรายใช้เพื่อกระตุ้นที่ระบบประสาททำให้ tone ของกล้ามเนื้อดีขึ้นรวมทั้งกล้ามเนื้อของหัวใจและเส้นโลหิต ทำให้การไหลเวียนของโลหิตและการระบายความร้อนเป็นไปด้วยดี

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของร่างกาย

อุณหภูมิของร่างกายวัดได้โดยการใช้ปรอทที่วัดทางปาก ทางทวารหนักและทางรักแร้ ถ้าวัดในที่ต่างกันผลที่ได้จะแตกต่างกันเล็กน้อย ตามธรรมดาที่วัดทางปากได้ ๓๗°C (98.6°F) วัดทางรักแร้จะต่ำกว่าอัตรานี้ไป ๑ องศา และทางทวารหนักจะสูงไป ๑ องศา

อุณหภูมิปกติแตกต่างกันแล้วแต่เวลาที่วัด ว่าเป็นเวลาเช้าหรือบ่ายและแล้วแต่การออกกำลังกาย อาหาร อายุ เพศ ฤดู อากาศ เสื้อผ้าที่สวม ปรอทที่ใช้วัดทางปากนั้น ผลที่ได้จากการวัดในเวลาประมาณ ๓—๕ น. จะต่ำที่สุด และจะสูงสุดเมื่อ ๑๖.๐๐ น. และจะลดลงเมื่อถึงเวลากลางคืน ถ้าในรายที่เป็นไข้อุณหภูมิจะลดลงในตอนเช้าตรู่และจะขึ้นสูงในตอนบ่าย ๆ ในขณะที่ร่างกายกำลังอยู่ในระยะที่มีการย่อยอาหาร และออกกำลังกาย อุณหภูมิของร่างกายจะขึ้นสูงนิดหน่อย ส่วนคนงานที่ทำงานในตอนกลางคืน อุณหภูมิของร่างกายในตอนกลางคืนจะขึ้นสูงกว่าในตอนกลางวัน เพราะในเวลานั้นเป็นเวลาที่ทำงานและรับประทานอาหาร นอกจากสิ่งเหล่านี้อายุก็มีความสำคัญเหมือนกัน ทารกและเด็กเล็กจะมีอุณหภูมิของร่างกายสูงกว่าในผู้ใหญ่ (ประมาณ 1°C) เพราะศูนย์ควบคุมความร้อนในร่างกายถูกรบกวนง่าย บางคนอธิบายว่า ผู้หญิงมีอุณหภูมิในร่างกายสูงกว่าผู้ชาย

อุณหภูมิของร่างกายที่ต่ำกว่าปกติเรียกว่า Subnormal temperature ถ้าจะให้ร่างกายทำหน้าที่ได้ตามปกติ ร่างกายต้องมีอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ปกติ ถ้าต่ำกว่าปกติ คือประมาณ 35°C (95°F) จะทำให้ตายได้ สาเหตุอาจจะเนื่องมาจากการที่ร่างกายเสียความร้อนมาก เหงื่อออกมาก มีเหงื่อออกมากเกินไป มีโลหิตตกมาก หรือไม่ก็ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายน้อย เพราะร่างกายขาดอาหารเป็นต้น

การเป็นไข้หรือ fever หมายถึงการที่ร่างกายมีความร้อนสูงกว่าธรรมดา หัวใจเต้นเร็ว มีการหายใจเร็ว ของเสียที่ถูกขับออกมาก การขับ secretion ของร่างกายไม่ปกติ และมีอาการอื่นเช่น หิว เหนื่อย หรืออ่อนเพลีย ไม่สนใจกับผู้อื่นหรือสิ่งที่แวดล้อม อาการที่เกิดขึ้นกับเวลาที่มีไข้ เป็นอาการที่เริ่มมีก่อนเป็นไข้หรืออาการที่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เป็นไข้ หรือความร้อนในร่างกายสูงเกินไป หรือเพราะเหตุทั้ง ๒ อย่างรวมกัน

สาเหตุแท้ ๆ ที่ทำให้เป็นไข้ยังไม่รู้แน่ อาจจะเนื่องมาจากการที่ร่างกายระบายความ

ร้อนออกน้อย ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายมาก หรือทั้ง ๒ อย่าง การเป็นไข้มักมีการเพิ่มของเสียขึ้นในร่างกาย เพราะ tissues ถูกทำงานมากขึ้น ทั้งนี้จะพบ urea ในปัสสาวะมาก ถึงแม้ว่ารับประทานอาหารโปรตีนตามธรรมดาก็ตาม ในที่นี้ขออธิบายว่าพวกพิษที่ทำให้เกิดการเป็นไข้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในเซลล์ ซึ่งทำให้มันมีปฏิกิริยากับพวก enzymes ผิดปกติ ดังนั้น oxidation และความร้อนที่เกิดขึ้นจึงมีมากกว่าปกติ การที่มีของเหลวคั่งอยู่ใน tissues และทำให้โลหิตมีความเข้มข้นมากนั้น ทำให้เกิดเป็นไข้ได้

สรุป

กรมศิลปากร

- ผิวหนัง
  - หน้าที่
    - (๑) ห่อหุ้มร่างกาย
    - (๒) ช่วยป้องกัน
      - ไม่ให้ tissue ที่อยู่ภายในแห้งหรือเป็นอันตราย
      - ป้องกันแบคทีเรียไม่ให้เกิดโรค
    - (๓) เป็นสิ่งสำคัญในการรักษาระดับความร้อนของร่างกาย
    - (๔) มีปลายประสาทที่รับความรู้สึกต่าง ๆ
    - (๕) สามารถขับ และดูดซึมน้ำได้ในจำนวนจำกัด
  - ประกอบด้วย
    - Epidermis เป็น stratified epithelium
      - (๑) Stratified corneum
      - (๒) Stratified lucidum
      - (๓) Stratified granulosum
      - (๔) Stratified germinativum
      - เป็นเซลล์ที่ตายแล้ว เมื่อมันหลุดไป เซลล์จากชั้นที่๔ จะขึ้นมาแทนที่
    - Corium เป็น connective tissues
      - (๑) Papillary layer
      - (๒) Reticular layer

ผิวหนัง (ต่อ)

- เส้นโลหิต
  - เส้นโลหิตแดงมาจากร่างแหที่อยู่ในชั้น subcutaneous tissues และให้แขนงไปยัง papilla และต่อมต่าง ๆ ของผิวหนัง เส้นโลหิตเหล่านี้มีเป็นจำนวนมาก เพราะฉะนั้นโลหิตส่วนมากจึงไปสู่ผิวหนัง
- เส้นน้ำเหลืองมีทั้งพวกที่อยู่ตื้นและพวกที่อยู่ลึก (superficial และ deep)
- เส้นประสาท
  - (๑) Motor n. ไปสู่ผนังของเส้นโลหิตและ arrector muscle
  - (๒) ติดต่อกับศูนย์กลางที่รับความรู้สึกร้อนหนาว
  - (๓) ติดต่อกับศูนย์กลางที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับการ สัมผัสและกด
  - (๔) ติดต่อกับศูนย์กลางที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับการ เจ็บปวด
  - (๕) นำความรู้สึกไปยังต่อมต่าง ๆ

เล็บ

- เป็นเซลล์พวก horny cells ที่ได้อยู่ในชั้น epidermis
- รากเล็บอยู่ในชั้น corium
- เล็บฝังอยู่ในผิวหนังที่พับเข้าไปลึก ๆ
- เจริญมาจากเซลล์ที่อยู่ในชั้น stratified germinativum ที่อยู่ที่รากมัน

ขนหรือผม

- เจริญขึ้นมาจากรากผม
- รากผมเป็นกระเปาะที่นิ่มอยู่ในขุมขน
- ขุมขนเป็นแอ่งเล็ก ๆ อยู่ใน corium
- ผมหรือขนมีส่วนประกอบอยู่ ๓ ส่วนคือ (๑) cuticle (๒) cortex (๓) medulla
- ทุกแห่งของร่างกายมีขนนอกจาก
  - ฝ่ามือ
  - ฝ่าเท้า
  - ข้อนิ้วมือและนิ้วเท้าอันที่เล็กที่สุด
- Arrector muscles ตั้งต้นจาก corium และไปเกาะที่ขุมขน
- กล้ามเนื้อหดตัวจะดึงขนให้ตั้งขึ้นและบีบ sebum ออกพร้อมกับไล่โลหิตเข้าไปข้างใน

SEBACEOUS GLAND

- เป็น compound alveolar glands ท่อของมันตามธรรมดาเปิดเข้าสู่ขุมขน แต่อาจจะเปิดออกสู่ผิวหนังได้
- อยู่ระหว่าง arrector muscles และเส้นขน

SEBACEOUS GLAND (ต่อ)
- พบอยู่ทุกหนทุกแห่งนอกจากฝ่ามือและฝ่าเท้า
- ขับ sebum ซึ่งเป็นพวกไขมันที่ป้องกันไม่ให้ผมแห้งและแตก และที่มันอาบผิวหนัง ป้องกันไม่ให้น้ำระเหยออก หรือผ่านเข้าไปข้างใน

ต่อมเหงื่อ
- เป็น tubular glands มีท่ออันเดียวมีปลายข้างหนึ่งตัน และที่ปลายนี้ท่อของมันจะขดอยู่เป็นรูปกลม ๆ ฝังอยู่ใน subcutaneous tissues และมีร่างแหของเส้นโลหิตฝอยอยู่รอบ ๆ
- เหงื่อที่ขับออกมาจะออกมาตามท่อมาเปิดที่ผิวหนัง

เหงื่อ
- เป็นน้ำที่ใส ไม่มีสี รสเค็ม มีกลิ่นเฉพาะ และตามธรรมดามีฤทธิ์เป็นกรด มีเกลืออนินทรีย์พวกที่คล้ายกับที่มีในโลหิต แต่เข้มข้นน้อยกว่า
- เฉลี่ยแล้วถูกขับออกมาประมาณ ๑๖—๒๐ ออนซ์ต่อ ๒๔ ชั่วโมง
- จำนวนของเหงื่อเพิ่มขึ้นโดย
  - อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ
  - โลหิตที่เจือจางมาก
  - การออกกำลัง
  - เจ็บปวด
  - อาเจียร
  - ตื่นเต้น
  - หายใจลำบาก
  - ใช้ยาขับเหงื่อ
  - ในโรคบางอย่าง
- จำนวนเหงื่อลดลงโดย
  - อากาศหนาว
  - ถ่ายปัสสาวะมาก
  - ท้องเดิน
  - ฤทธิ์ของยาบางอย่าง
  - ในโรคบางอย่าง

การทำงานของต่อมเนื่องมาจาก
- (๑) มีการกระตุ้นที่ประสาทในต่อมเหงื่อ
- (๒) มีการกระตุ้นที่ sensory nerves ของผิวหนัง
- (๓) แล้วแต่เหตุเหล่านี้ คือความร้อนภายนอกร่างกาย การหายใจลำบาก การออกกำลังกาย อารมณ์ที่รุนแรงและฤทธิ์ของยาบางอย่าง

- **ประโยชน์ของการขับเหงื่อ**
  - มีความสำคัญในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยการไปทำให้เหงื่อที่ออกมาระเหยด้วย ไม่ใช่ถ่ายของเสียออกเท่านั้น
  - เมื่อไตทำงานไม่เต็มที่ ต่อมเหงื่อจะช่วยขับของเสีย
- **Ceruminous glands**
  - เป็นพวกที่คล้ายต่อมเหงื่อ
  - พบในผิวหนังที่อยู่ที่ช่องหูชั้นนอก
  - ขับ cerumen สีเหลืองคล้าย ๆ ขี้ผึ้ง
- **ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย**
  - ต้นเหตุ
    - (๑) ส่วนใหญ่มาจากอาหารที่รับประทานเข้าไป เซลล์ทุกเซลล์เป็นตัวที่ทำให้เกิดความร้อน และที่สำคัญที่สุดคือพวกกล้ามเนื้อ
    - (๒) ส่วนเล็กมาจาก
      - การเสียดสีของกล้ามเนื้อและโลหิต
      - การรับประทานอาหารร้อน
      - รับแสงแดดหรือประคบด้วยของร้อน
  - แล้วแจกจ่ายไปตามกระแสโลหิต
  - ระบายออกทาง
    - ผิวหนัง ๘๗.๕% หรือ ๒๑๕๖ แคลอรี่
    - ปอด ๑๐.๗% หรือ ๒๖๖ แคลอรี่
    - ปัสสาวะและอุจจาระ ๑.๘% หรือ ๔๘ แคลอรี่
- **การรักษาระดับความร้อนของร่างกาย**
  - ต้องรักษาระดับความร้อน และการระบายออก
  - ความร้อนมาจาก
    - การย่อยอาหาร
    - การออกกำลัง
    - การหายใจออก
  - การระบายความร้อนเกี่ยวกับ
    - การขับเหงื่อ
    - การที่เส้นโลหิตตีบ และขยาย
    - จำนวนน้ำที่มีในโลหิต
  - และมีศูนย์กลางควบคุมความร้อนในสมองทำงานคู่ไปด้วย
  - สิ่งอื่นแล้วแต่
    - ขนาดหรือน้ำหนัก
    - อายุ
  - สิ่งที่ช่วย — เสื้อผ้าและการอาบน้ำเย็นหรือร้อน

- การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในร่างกาย
  - ถ้าวัดทางปาก ซึ่งเป็นวิธีธรรมดาจะเท่ากับ 37°C (98.6°F)
  - ปกติ
    - (๑) แล้วแต่ว่าวัดจากที่ไหน
      - ปาก
      - รักแร้
      - ทวารหนัก
    - (๒) แล้วแต่เวลาที่วัด
      - ต่ำที่สุดในตอนเช้าตรู่ ๓.๐๐–๕.๐๐ น. และสูงสุดตอน ๑๖.๐๐ น.
    - (๓) จะเพิ่มเมื่อออกกำลัง และมีการย่อยอาหาร
    - (๔) อายุ ทารก และเด็กมักจะสูงกว่าผู้ใหญ่
    - (๕) เพศ
    - (๖) ฤดู
    - (๗) อากาศ
    - (๘) เสื้อผ้า
  - ถ้าต่ำกว่าปกติ อาจจะเป็นเพราะ
    - การที่ร่างกายระบายความร้อนออกมากเกินไป
    - เหงื่อออกมากเกินไป
    - มีการตกเลือด
    - ความร้อนเกิดขึ้นในร่างกายน้อย เพราะร่างกายขาดอาหาร
  - สูงกว่าปกติ เรียกว่าเป็นไข้
  - อาการ
    - อุณหภูมิเพิ่มขึ้น
    - ชีพจรเพิ่มขึ้น
    - หายใจเร็วขึ้น
    - ของเสียที่ขับออกมาก
    - และมีอาการอื่น ๆ ฯลฯ

กรมศิลปากร

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

ตอนที่ ๔

อวัยวะรับความรู้สึกพิเศษ และการปรับปรุงตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๒๓

Special sense organs อวัยวะที่รับความรู้สึกที่ผิวหนัง ลิ้น และการรู้รส จมูก และการรับกลิ่น หู และการได้ยิน ตา และการเห็น

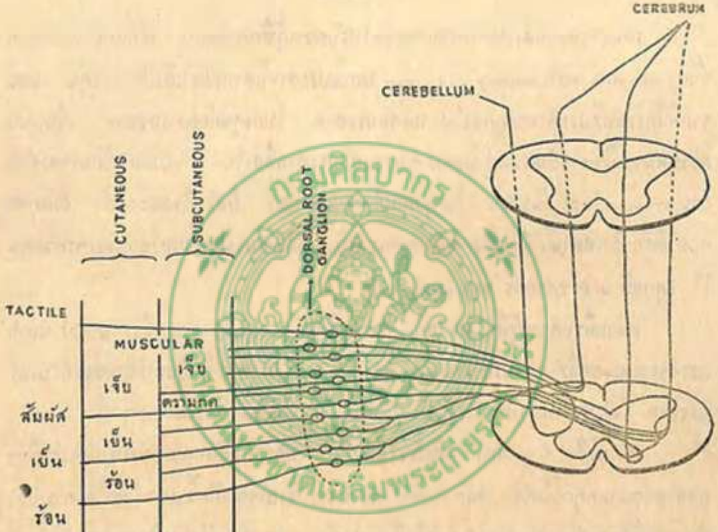
เส้นประสาทที่ส่งปลายประสาทออกไปรับความรู้สึกภายนอก เรียกปลายประสาทนั้นว่า receptors หรือ sensory end organ ปลายประสาทนี้สำหรับรับสิ่งที่มากระตุ้น และจากที่นี้กระแสประสาทจะถูกส่งไปตามเส้นประสาท ไปยังศูนย์กลางประสาท เพื่อแปลความหมายนั้นออกเป็นความรู้สึกต่าง ๆ กระแสประสาทที่ส่งไปยังเส้นประสาทนี้ อาจจะต้องผ่าน synapses และเส้นประสาทอื่น ๆ ก่อนที่จะไปยังสมอง เมื่อไปถึงสมองแล้ว สมองจะบอกให้รู้ว่าสิ่งเหล่านั้นเป็นอะไร ร่างกายควรจะมีปฏิกริยาอย่างไรตอบหรือว่าควรจะควบคุมไว้ (ดูบทที่ ๗ สรีรศาสตร์ ของ reflex arc)

หน่วยที่รับความรู้สึก หน่วยที่รับความรู้สึกหรือ sensory units นั้นรวม (๑) ปลายประสาทภายนอกที่รับความรู้สึก หรือ receptors (๒) เส้นประสาทซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสประสาท (๓) ศูนย์กลางประสาทที่อยู่ใน cortex ที่ทำให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ

ความรู้สึก (sensation) เกิดขึ้นในสมอง มีความรู้สึกหลายอย่างที่ไม่มีปฏิกริยาแสดงออกมาแต่ถูกเก็บไว้ เช่นความคิด ความจำ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเวลาใดก็ได้ การที่เรามีความรู้สึกง่าย (sensitiveness) จากสิ่งที่มากระตุ้น แตกต่างกันตามตำแหน่งของร่างกาย ในร่างกายบางส่วนถ้าถูกกระเพียงเบา ๆ ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกขึ้นได้ แต่ในบางส่วนของร่างกายจะไม่ทำให้เกิดความรู้สึกเลย

การแยกชนิดของความรู้สึกต่าง ๆ ที่แบ่งออกตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่รับความรู้สึกนั้น ๆ เมื่อความรู้สึกทั้งหลายส่งไปยังสมอง จะถูกคิดความหมายว่าอย่างไร หรือที่ ๆ เรารับความรู้สึกมานั้นมาจากอะไร ควรจะหลบหนีหรือแสดงความยินดี ฯลฯ หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็แบ่งชนิดของความรู้สึกตามที่ ๆ มาของความรู้สึกนั้น ๆ คือความรู้สึกบางอย่างมาจากภายนอกร่างกายเช่น การเห็น การได้ยิน รส และกลิ่น สัมผัส การกด ความรู้สึกร้อนหรือหนาว ความรู้สึกนี้เรียกว่า exteroceptors

ส่วนความรู้สึกที่มาจากข้างในร่างกาย เรียก interoceptors เช่น การหิว กระหาย เหนื่อย ความรู้สึกเจ็บ ความรู้สึกที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ และพวกข้อต่อต่าง ๆ และ ฯลฯ



(รูปที่ ๒๕๓)

(ทางเดินของประสาทผิวหนัง (cutaneous fibers) *ที่ส่งไปยังไขสันหลัง)*

ปลายประสาทที่รับความรู้สึกภายนอกก็จะแบ่งออกตามสิ่งที่มากระตุ้น เช่น (๑) กระตุ้นโดยสารพวกเคมี เรียก chemoreceptors ทำให้รู้กลิ่นและรส (๒) พวกที่กระตุ้นโดยใช้กำลัง (mechanic pressure) เช่นพวกเสียงและการสัมผัส เรียก mechanicoreceptors (๓) พวกที่กระตุ้นโดยพลังงานของแสง เช่นการรับแสง ความร้อนหรือเย็น เรียก radioreceptors ตามที่แยกมานี้จะเห็นว่าไม่มีประเภทที่รับความเจ็บปวด เพราะไม่รู้ว่าจะเอาใส่ประเภทไหน

เพราะ receptors บางอันไม่สามารถจะแยกออกตามรูปร่างหรือโครงสร้างได้ เช่นพวกที่รับความรู้สึกหิว ความอยากอาหาร ความกระหาย ฯลฯ

ประสาทรับความรู้สึกที่อยู่ที่ผิวหนังหรือ cutaneous sensation มีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีความสามารถแตกต่างกันตามที่กล่าวมาแล้ว ปลายประสาทเหล่านี้บางอันจะไปต่อกับประสาทที่รับความรู้สึกพิเศษ แล้วทำให้ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเป็นความรู้สึกพิเศษ จุดที่รับความรู้สึกเหล่านี้อาจจะอยู่อย่างโดดเดี่ยวหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีความรู้สึกต่าง ๆ กัน เช่นปลายนิ้วมือ จะรับความรู้สึกทางกดและสัมผัสง่ายกว่าความรู้สึกในทางร้อนหรือเย็น ฯลฯ

(รูปที่ ๒๕๕)

(ทางเดินของประสาทที่รับความเจ็บปวดของหัวใจ กระแสร์ประสาทจาก c จะเข้าไปรบกวนที่หัวใจ แล้วไประคายเคืองกับ gray matter *ของไขสันหลัง และเส้นประสาทที่มาจากกล้ามเนื้อและผิวหนัง* d *และ* e *เข้าสู่บริเวณเดียวกัน แล้วประสาทจากที่นี่นำประสาทจากบริเวณ* a *ไปตาม* spinothalamic tract *และ* cerebral cortex *ไปยังกล้ามเนื้อของหน้าอก (ส่วน* b*) ซึ่งทำให้หดตัวได้)*

ความเจ็บปวด มาจากการกระตุ้นที่ pain receptors ซึ่งมีมากตามผิวหนังทั่ว ๆ ไป เยื่อหุ้มสมองรับความเจ็บปวดได้ง่ายมาก แต่เนื้อของสมองเองไม่มีความรู้สึกเจ็บปวด

อวัยวะภายในช่องอกและท้อง จะไม่มีความรู้สึกในทางแรงกด หรือพวกสารเคมีและทางความร้อน แต่มันรับความรู้สึกทางเจ็บปวดง่าย ปลายประสาทที่รับความรู้สึกบางอันก็ทำหน้าที่ปนกับอันอื่น ๆ เช่น แผลรอยไฟไหม้ มาจากการกระตุ้นที่เกิดมาจากความร้อน เพราะฉะนั้นจึงมีทั้ง ร้อน และเจ็บปวดด้วย ปลายประสาทที่ชอบทำงานร่วมกับอันอื่น คือพวกที่รับความเจ็บปวด เพราะฉะนั้นความเจ็บปวดจึงเป็นเครื่องหมายถึงอาการผิดปกติต่าง ๆ ของร่างกาย

ความเจ็บปวดที่มีต้นตอมาจากที่แห่งหนึ่ง แล้วไปทำให้อวัยวะแห่งอื่นมีความเจ็บปวดด้วยเรียกว่า referred pain การเจ็บปวดตามบริเวณผิวหนังโดยมากมีเฉพาะแห่งได้ แต่ถ้าความเจ็บปวดเกิดขึ้นที่อวัยวะภายใน อาจจะทำให้เจ็บไปยังที่อื่น ๆ ได้ เช่น การปวดฟันอย่างมากอาจจะทำให้ซีกใดข้างหนึ่งของใบหน้าเจ็บไปทั้งแถบได้ อวัยวะภายในมีประสาทติดต่อกับผิวหนังมากหรือน้อยแตกต่างกันแล้วแต่อวัยวะนั้น ๆ เช่น ความเจ็บปวดที่ลำไส้ มักจะติดต่อกับประสาทที่อยู่ที่ผิวหนังด้านหลัง เอว และท้อง เพราะบริเวณเหล่านี้รับประสาทจาก thoracic nerves คู่ที่ ๙–๑๐ และ ๑๑ และพวกที่เป็นโรคหัวใจ (angina pectoris) จะเจ็บตามบริเวณไหล่ และเลยลงไปทางแขน

ความรู้สึกที่เกิดขึ้นในส่วนลึก ๆ ของร่างกายหรือที่กล้ามเนื้อ ภายในกล้ามเนื้อมีปลายประสาทพิเศษที่รับความรู้สึก เรียก muscles spindles และพวกที่อยู่ตามเอ็นของกล้ามเนื้อเรียก tendon spindles จากปลายประสาทเหล่านี้กระแสประสาทจะถูกส่งไปยังสมอง แล้วสมองมีคำสั่งมาตามเส้นประสาทให้กล้ามเนื้อทำงานตามที่ร่างกายต้องการ กระแสประสาทที่ผ่านไปจะเป็นวงจร และเกิดขึ้นติดต่อกันเรื่อย ๆ เมื่อมีสิ่งที่มากระตุ้นอยู่เรื่อย ๆ

ความหิว เป็นความรู้สึกที่เนื่องมาจากการหดตัวของกระเพาะอาหารที่ว่าง การหดตัวเนื่องจากประสาทที่อยู่ที่เยื่อบุของกระเพาะอาหารถูกกระตุ้น ถ้ายังไม่มีการรับประทานอาหาร การหิวจะมีมากขึ้น และมีอาการอ่อนเพลียและปวดศีรษะ ถ้าทำติดต่อกัน ๒–๓ วัน ความหิวจะน้อยลงและต่อไปจะไม่มีเลย ในคนที่ป่วยจะไม่มีการหิวอาหารเลย ถึงแม้ว่าร่างกายจะได้รับอาหารไม่พอก็ตาม ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะกล้ามเนื้อของกระเพาะอาหารไม่มี tone และในรายที่เป็นโรคบางอย่างเช่น เบาหวาน ผู้ป่วยจะมีการหิวอาหารอยู่เรื่อย ถึงแม้

ว่าได้รับประทานอาหารอย่างเต็มที่ทุกมื้อก็ตาม ซึ่งแสดงว่าร่างกายขาดอาหาร (ถึงแม้อาหารที่รับประทานเข้าไปมากก็ถูกร่างกายใช้ให้เป็นประโยชน์น้อย) เราเรียกอาการนี้ว่า malnutrition

ความอยากอาหาร หรือ appetite ในหนังสือบางเล่มอธิบายว่าความอยากอาหารเป็นอาการที่หิวอย่างอ่อน ๆ แต่ในที่นี้จะอธิบายว่ามันเป็นความรู้สึกที่ต่างกัน เพราะประสาทที่ทำให้เกิดความหิวอยู่ที่ผนังของกระเพาะอาหาร ซึ่งอาจจะอยู่ในชั้นกล้ามเนื้อ และถูกกระตุ้นโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อนั้น ส่วนการอยากอาหารนั้นตรงข้ามต้องมีการกระตุ้นโดยการที่ได้เห็น ชิม หรือได้กลิ่นอาหารนั้นทั้งนี้ต้องเกี่ยวกับการที่เราเคยได้รับประทานอาหารชนิดนั้น ๆ มาก่อนด้วย

ความกระหายน้ำ (thirst) ความรู้สึกนี้เกิดขึ้นที่ pharynx เพราะประสาทที่อยู่ในบริเวณนี้ถูกกระตุ้น อาการที่คอแห้งหรือรับประทานอาหารที่เค็มหรืออยู่ในอากาศแห้งหรือมีฝุ่นละอองมาก จะทำให้รู้สึกกระหายน้ำ การดื่มน้ำเป็นการบันเทาอาการนี้ไม่ใช่จะทำให้คอชุ่มชื่นที่แท้ไปบันเทาอาการที่ร่างกายขาดน้ำ การที่ร่างกายขาดน้ำนานทำให้น้ำที่ขังอยู่ตาม tissues ของร่างกายหมดไปทำให้ร่างกายไม่ปกติ และผู้ป่วยรู้สึกทรมาน ในสภาวะเช่นนี้จะเห็นว่าประสาทที่อยู่ตาม tissues ทั้งหลายนั้นเกี่ยวข้องกับจำนวนน้ำที่มีอยู่ในร่างกาย

อาการคลื่นไส้ (neusea) เนื่องจากมีการกระตุ้นที่กระเพาะอาหาร สิ่งที่มากระตุ้นนั้นอาจจะอยู่ในกระแสโลหิตหรือมาจากส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย เช่นมาจากประสาททางตา รส และกลิ่น ฯลฯ

การรู้รส (taste)

สิ่งที่จะมากระตุ้นที่ปลายประสาทสำหรับรับรสนั้น ต้องอยู่ในสภาพของสารละลายหรือเป็นของเหลว ถ้าเป็นของที่แห้ง ๆ จะต้องมีการคลุกเคล้ากับน้ำลายก่อน ทั้งนี้จะเห็นว่าลิ้นเป็นที่ ๆ มีน้ำลายอาบอยู่เสมอ และปลายประสาทที่รับรสนั้นอยู่ใน taste buds

Taste buds เป็นเซลล์ที่มีรูปไข่อยู่ข้างในของ supporting cells อีกทีหนึ่งปลายของเซลล์ชนิดนี้มีขนเล็ก ๆ ยื่นออกมา เพื่อรับสิ่งที่มากระตุ้นได้ง่าย taste buds นี้ส่วนมาก

อยู่ตามผิว ๆ ของลิ้นและเพดานอ่อน (soft palate) ช่องคอที่ต่อกับโคนลิ้น และ epiglottis

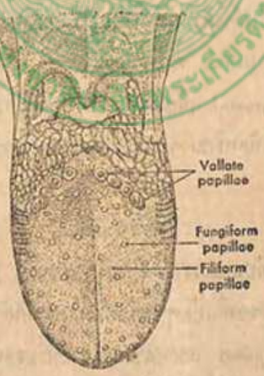
ลิ้นเป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเคลื่อนไหวไปมาได้ แบ่งตามยาวได้ ๒ ส่วน มาต่อกันตรงกลาง โคนลิ้นยึดติดกับกระดูกโคนลิ้น (hyoid bone) โดยมีกล้ามเนื้อเล็ก ๆ หลายมัดช่วยยึดไว้ และติดกับ epiglottis และเพดานอ่อน

ตามผิว ๆ ของลิ้นมีตุ่มเล็ก ๆ ยื่นขึ้นมาเรียก papillae ซึ่งเป็นพวก connective tissues ข้างบนหุ้มด้วยเยื่อบาง ๆ ที่เป็นเซลล์พวก stratified squamous epithelium ข้างในของ papillae มีเส้นโลหิตฝอยและประสาทมากทำให้ลิ้นมีลักษณะหยาบ ๆ หรือมีผิวขรุขระ papillae แบ่งออกเป็น ๔ ชะนิด

(๑) Vallate เป็น papillae ที่ใหญ่ที่สุดรูปกลมและเรียงกันอยู่เป็นแถว ๆ เป็นรูปตัว วี (V) อยู่ที่โคนลิ้น พวกนี้มี taste buds สำหรับรับรส

(๒) Fungiform มีรูปคล้าย fungi พบที่ปลายลิ้นและข้าง ๆ ลิ้น

(๓) Filiform หุ้มอยู่ ๒/๓ ทางข้างหน้าของลิ้น และปลายบนของ papillae มีขนยื่นขึ้นมา สำหรับรับรู้สิ่งที่มาสัมผัสง่าย มีมากที่ปลายลิ้น



(รูปที่ ๒๕๕)

(รูปทางด้านบนของลิ้น)

กรมศิลปากร

(๕) Simple papillae พวกนี้หุ้ม papillae อันใหญ่และผิวของลิ้นทางด้านบนทั้งหมด พวกนี้คล้ายกับพวกที่อยู่ที่ผิวหนัง

เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงลิ้น พวกเส้นประสาทที่ไปสู่ taste buds มี lingual nerve ซึ่งเป็นแขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ ๕ (trigeminal nerve) และแขนงของ chorda tympani แขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ ๗ (facial nerve) และที่ ๙ หรือ glossopharyngeal และที่ ๑๒ (hypoglosal nerve) เส้นนี้เป็น motor nerve

เส้นประสาทเหล่านี้รับความรู้สึกทางสัมผัสและรับความร้อนเย็นและเจ็บได้ดี และนอกจากนี้ช่วยกล้ามเนื้อของลิ้นทำงานในการพูด เคี้ยว กลืนและการดูด

รสที่สำคัญที่ได้รับทางลิ้นมีรสเปรี้ยว เค็ม ขม หวาน ซึ่งบางทีอาจจะรับรสหลายๆ รสปนกัน บางทีประสาทที่ทำหน้าที่รับรสก็ทำงานร่วมไปกับประสาทที่รับกลิ่นด้วย เพราะประสาทที่รับกลิ่นบางเส้นก็อยู่ที่ลิ้น ฉะนั้นอาหารที่อร่อยหรือที่บางคนชอบจะเป็นเพราะมีกลิ่นชวนรับประทานด้วย โดยเหตุนี้ ถ้าเวลาที่รับประทานอาหารแล้วบีบจมูกเสียจะเห็นว่ารับประทานอาหารไม่ออกรส ดังนั้นเราจึงนำวิธีนี้ไปใช้ในเวลาที่ต้องรับประทานยา

(รูปที่ ๒๕๖)

(ประสาทที่อยู่ทางซ้ายของ septum ของจมูก (Gray's Anatomy)

กลิ่น (SMELL)

อวัยวะสำหรับรับกลิ่นคือจมูก และพวกประสาทของจมูก และศูนย์กลางประสาทที่รับกลิ่น

Olfactory nerve เป็นเส้นประสาทพิเศษสำหรับรับกลิ่น เส้นประสาทนี้เมื่อมาถึงด้านบนของ superior nasal conchae จะแยกแขนงออกเป็นเส้นเล็ก ๆ ละเอียดประสานกันเป็นร่างแห นอกจากนี้ยังกระจายอยู่ทางด้านบนของ septum เส้นประสาทเหล่านี้ปลายของมันอยู่ใน olfactory cells ซึ่งเป็นเซลล์ที่อยู่ระหว่าง supporting epithelial cells แต่ละเซลล์มีขนเล็ก ๆ ยื่นขึ้นมาทางด้านบน ๖—๘ เส้น และที่ฐานของมันเหมือนกับเส้นประสาทเล็ก ๆ ยื่นออกไปเหมือนกัน ซึ่งลงไปแทงผ่าน cribriform plate ของกระดูก ethmoids ไปยังก้อนสีเทา ๆ หรือ gray matter ที่เรียกว่า olfactory bulb ใน bulb นี้เส้นประสาทประกอบกันขึ้นเป็น synapse กับ dendrite ของ mitral cells จาก oxon ของ mitral cells ประสาทจะถูกนำไปหลายทาง คือไปใน olfactory lobe ที่มันอยู่ หรือด้านตรงข้าม

(รูปที่ ๒๕๗)

(ช่องจมูกซ้ายมองทางด้านข้าง เส้นดำ ๆ ๓ เส้นแสดงบริเวณของ inferior, middle *และ* superior conchae *ลูกศรแสดงทางผ่านของอากาศเข้าสู่จมูก และเส้นประสาทภายใน* olfactory lobe *ที่ผ่านช่องเปิดใน* cribriform plate *ของกระดูก* ethmoid *และมี* olfactory nerve *อยู่ในเยื่อบุตอนบนของ* superior conchae *และ* cell bodies *ที่อยู่ในเยื่อบุนั้น)*

เส้นประสาทที่ให้แขนงไปทางส่วนล่างของเยื่อบุช่องจมูก เป็นแขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ ๕ เส้นนี้รับความรู้สึกร้อน หรือความเจ็บปวดและอาการที่จักกะจี้ ความดันและ

ความกด และมีปฏิกริยาต่อสิ่งที่มาระคายเคือง เช่นพวกแอมโมเนียและผงพริก

พวกสารที่ให้กลิ่นทั้งหลาย เรียก odoriferous substances ซึ่งเป็นสารที่ตามธรรมดาอยู่ในรูปของแกสที่มีอณูของมันระเหยออกไปได้ เมื่อผ่านเข้าในช่องจมูกไปยังเยื่อบุช่องจมูกที่มีความชุ่มชื้นอยู่แล้วเกิดปฏิกริยาทางเคมีกับเซลล์ที่นำความรู้สึกหรือ olfactory cells แล้วส่งกระแสประสาทไปยัง olfactory bulb ไปยังศูนย์กลางการรับกลิ่นที่อยู่ในสมอง

กลิ่นที่เข้าทางปากขึ้นไปในรูจมูกได้ตลอดเวลาที่มีการกลืนอาหาร soft palate จะปิด posterior nares แล้วต่อไปจะเปิดออกให้อณูของ odoriferous ไปยังเซลล์ที่ช่วยรับกลิ่นที่อยู่ในช่องจมูก

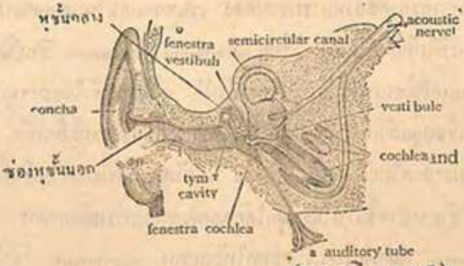
ความรู้สึกกลิ่นเกิดขึ้นเร็วมากและจะอยู่ได้นาน เมื่อมีอะไรไปกระตุ้นซ้ำอีกกลิ่นที่ค้างอยู่จะหายไปทันที ปลายประสาทที่รับกลิ่นเปลี่ยนแปลงตัวมันเองกับสิ่งแวดล้อมได้ง่าย

ศูนย์กลางที่รับกลิ่นอยู่ใน uncus และ hippocampus ของสมองติดต่อกับส่วนอื่นที่อยู่ใน cerebrum และความจำในกลิ่นต่าง ๆ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความรู้สึกอื่น ๆ

การได้ยิน (HEARING)

อวัยวะที่รับเสียงประกอบด้วยหูชั้นนอก (external ear) และหูชั้นกลาง (middle ear หรือ tympanic cavity) และหูชั้นใน (labyrinth และเส้นประสาทที่ช่วยรับเสียง (acoustic nerve) และศูนย์กลางแห่งการรับเสียง (acoustic center)

หูชั้นนอกหรือ external ear ประกอบด้วยใบหูหรือ pinna และรูหูชั้นนอก external acoustic meatus หรือ auditory canal



(จาก ร ลิง ๐ และ ๕)

(รูปที่ ๒๕๘)

(รูป section ของหูข้างขวาจะเห็น acoustic nerve แยกแขนงไปเลี้ยง vestibule, semicircular canals และ cochleae)

ใบหู อยู่ข้าง ๆ ของศีรษะ ประกอบด้วยพวกกระดูกอ่อนและ tissues พวกไขมันและกล้ามเนื้อ ข้างนอกของมันมีผิวหนังหุ้ม และมันติดต่อกับพวกเอ็นและกล้ามเนื้อที่อยู่ข้าง ๆ ใบหูมีหน้าที่รวบรวมเสียงที่ผ่านไปให้คลื่นเสียงผ่านเข้าในช่องหู

ช่องหูชั้นนอก หรือ external auditory canals ยาว ๒.๕ ซม. (๑ นิ้ว) ตั้งต้นจากแอ่งของใบหู (concha) ไปถึงเยื่อแก้วหู (tympanic membrane)

ช่องหูนี้มีรูปเป็นตัว S ช่องที่ผ่านเข้าข้างในจะเอียงไปทางข้างหน้าต่อขึ้นข้างบนและไปทางข้างหลัง ถ้ายกใบหูขึ้นข้างบนและดึงไปข้างหลัง จะทำให้ช่องหูเหยียดตรง ครึ่งหนึ่งของช่องหูชั้นนอกเป็นกระดูกอ่อน ซึ่งต่อมาจากกระดูกอ่อนที่ประกอบเป็นใบหู ครึ่งหนึ่งทางข้างในเป็นช่องของกระดูก temporal ช่องหูทั้งหมดมีผิวหนังหุ้มทางด้านนอกผิวหนังจะหนาและไม่ไวต่อความรู้สึก ส่วนด้านในของช่องหูนี้ผิวหนังที่หุ้มจะบางและไวต่อความรู้สึกมาก ข้าง ๆ ช่องเปิดของหูที่ออกสู่ภายนอกมีขนขึ้นตามผิวหนังบ้างและมีพวกต่อม ceruminous ที่ช่วยขับ cerumen ที่เราเรียกว่าขี้หู ทั้ง ๒ อย่างนี้ช่วยป้องกันไม่ให้มีอะไรจากภายนอกเข้าไปในหูได้

เยื่อแก้วหูหรือ tympanic membrane กั้นอยู่ระหว่างหูชั้นนอกกับหูชั้นกลาง (tympanic cavity) เยื่อนี้เป็นพวก fibrous tissues ที่บางข้างนอกมีผิวหนังหุ้มอยู่ ข้างในมีเยื่อบาง ๆ หุ้ม

(รูปที่ ๒๕๘)

(รูปของกระดูกเล็ก ๆ ที่อยู่ในหูชั้นกลาง และแสดงเอ็นเล็ก ๆ ที่ยึดมัน มองจากด้านหน้า)

หูชั้นกลางหรือ tympanic cavity เป็นช่องที่เล็กและมีรูปร่างเว้า ๆ แหว่ง ๆ อยู่ข้างใน petrous portion ของกระดูก temporal (เล็กมากภายในใส่น้ำลัก ๕—๖ หยดจะเต็ม) มีช่องเปิดอยู่ ๕ ช่อง ๒ ช่องอยู่ทางด้านที่ติดกับหูชั้นใน ซึ่งมีชื่อว่า fenestra vestibule และ fenestra cochlea ทางด้านหลังเปิดเข้าสู่ mastoid antrum และ mastoid cells เพราะฉะนั้นถ้ามีการอักเสบเกิดขึ้นที่หูชั้นกลาง จะทำให้การอักเสบลุกลามเกิดเป็น mastoiditis ได้ ทางด้านหน้าติดกับช่องหูข้างนอกและช่องเล็ก ๆ ที่ติดต่อกับ nasopharynx ภายในหูชั้นกลางนี้บุด้วยเยื่อบาง ๆ ที่บุหูชั้นนอกที่อยู่ทางด้านหน้า และทางข้างหลังเป็นเยื่อที่ต่อมาจากที่บุ mastoid antrum และ mastoid cells

ภายในหูชั้นกลาง คือจากเยื่อแก้วหูถึง fenestra vestibule มีกระดูกเล็ก ๆ ๓ ชิ้น ซึ่งสามารถขยับได้นิดหน่อย เมื่อเยื่อแก้วหูได้รับการกระทบกระเทือนกระดูกเล็ก ๆ เหล่านี้มีชื่อตามรูปร่างของมัน คือ malleus มีรูปคล้ายฆ้อนและ incus มีรูปทั่งและ stapes มีรูปโกลนที่กระดูกรูปฆ้อนที่คล้ายด้ามที่ถือมันอยู่ติดกับเยื่อแก้วหูเลย และทางอีกปลายข้างหนึ่ง

ติดกับฐานของกระดูก incus ที่อยู่ถัดเข้าไปข้างในสุดคือ stapes และปลายของ stapes ติดกับ fenestra vestibule กระดูกเล็ก ๆ เหล่านี้เกาะกันอยู่ในท่าของมันได้โดยมีเอ็นเล็ก ๆ และกล้ามเนื้อยึดไว้ เมื่อมีคลื่นเสียงมากระทบที่เยื่อแก้วหูมันจะกระเทือนและไหวตัวต่อ ๆ กันผ่านไปตามลำดับ และจากนั้นจะผ่าน fenestra vestibule ไปยังพวกน้ำที่ขังอยู่ในหูชั้นในซึ่งเป็นที่รับกระแสประสาท

Auditory หรือ eustachian tube เป็นช่องหูทางด้านในที่ติดต่อหูชั้นกลางกับ pharynx ยาว ๓๖ มม. (๑ ๑/๒ นิ้ว) กว้าง ๓ มม. (๑/๘ นิ้ว) (วัดตอนที่แคบที่สุด) ณ ที่นี้ความดันของอากาศทั้ง ๒ ด้านของเยื่อแก้วหูจะต้องเท่ากัน ในรายที่มีการอักเสบช่องนี้อาจจะตัน ทำให้ความสมดุลย์ระหว่างเยื่อแก้วหูไม่เท่ากันได้ ช่องที่ติดต่อกับ pharynx จะปิดอยู่เสมอนอกจากเวลาที่มีการกลืนอาหาร หาว และจาม

หูชั้นใน (Labyrinth) เป็นที่อยู่ของปลายประสาทที่รับเสียงภายในประกอบด้วย osseous labyrinth ซึ่งเป็นช่องเล็ก ๆ ที่อยู่ภายใน petrous portion ของกระดูก temporal และมีชื่อเรียกตามรูปร่างของมันคือ (๑) vestibule (๒) cochlea และ (๓) semicircular canal

ภายใน osseous labyrinth นี้มีเยื่อบุเรียกว่า membranous labyrinth ข้างนอกเยื่อนี้มีน้ำเหลืองอยู่ซึ่งเป็นพวก perilymph แต่ก็ไม่ถึงกับลอยอยู่ในน้ำนี้เพราะมีเส้นเล็กๆ ที่เป็น fibrous ยึดให้ติดกับกระดูกที่อยู่รอบ ๆ และข้างในของ membranous labyrinth มีน้ำเหลืองพวก endolymph และที่ผนังของมันมีปลายประสาทเล็ก ๆ ที่เป็นแขนงของ acoustic nerve

Vestibule เป็น cavity ที่อยู่ตรงกลางของ osseous labyrinth และอยู่ข้างหลังของ cochlea และข้างหน้าของ semicircular canal ติดต่อกับหูชั้นกลางโดยทาง fenestra vestibule

(รูปที่ ๒๖๐)

(*รูป* membranous labyrinth *ของหูชั้นใน ที่อยู่ในกระดูกของหูชั้นใน*)

Cochlea อยู่ข้างหน้า vestibule มีรูปคล้าย ๆ หอยทาก ข้างในเป็นเยื่อบาง ๆ บุอยู่

ศูนย์กลางที่รับเสียง หรือ acoustic centek อยู่ใน temporal lobe ของ cerebrum เพราะฉะนั้นการตัดส่วนนี้ของสมองทั้ง ๒ ข้างจะทำให้หูหนวก ถ้าตัดข้างเดียวจะทำให้การได้ยินเสียงของหูในด้านที่อยู่ตรงข้ามเสียไป เพราะจากศูนย์กลางนี้มีการติดต่อกันระหว่าง optic chiasm (ประสาทส่วนที่ไขว้กัน) ของหูแต่ละข้างไปยังด้านที่อยู่ตรงข้ามของ ceebrum และมีประสาทบางเส้นก็อยู่ข้างเดียวกันกับหู

ประสาทที่ช่วยในการรับเสียงเรียก acoustic nerve (เส้นประสาทสมองคู่ที่ ๘) เป็น sensory nerve มีประสาทอยู่ ๒ พวก ซึ่งแตกต่างกันทั้งหน้าที่ ตำแหน่งที่ตั้งต้น และปลายของมัน พวกแรกเป็น cochlea และพวกที่ ๒ เป็น vestibular

ภายใน medulla เส้นประสาทจากหูแต่ละข้างจะทอดไปยังศูนย์กลางที่รับเสียงที่อยู่ด้านตรงข้าม ฉะนั้นอันตรายที่เกิดขึ้นใน temporal lobe ของข้างใดข้างหนึ่งจะไปทำอันตรายให้แก่หูที่อยู่ตรงข้ามมากกว่าหูข้างเดียวกับที่สมองตอนนั้นได้เป็นอันตรายไป

หน้าที่ของหูชั้นใน และสรีรศาสตร์ของการได้ยินเสียง เสียงที่ผ่านอากาศจะผ่านมาเป็นคลื่น เมื่อผ่านเข้าทางช่องหูจะไปกระทบกับเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) ทำให้มันกระเทือน แล้วการเคลื่อนไหวนี้จะไปทำให้กระดูกชิ้นเล็ก ๆ ที่อยู่ในหูชั้นกลางได้รับการไหวตัวด้วย การเคลื่อนไหวทั้งหมดนี้ทำให้ perilymph และ endolymph ของหูชั้นในกระเพื่อมตามจังหวะของคลื่นเสียงที่มากระทบ เลยไปกระตุ้นปลายประสาทที่เรียกว่า organ of Corti และส่งกระแสประสาทไปยังศูนย์กลางที่อยู่ในสมอง ทำให้รู้ว่าเสียงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเสียงอะไร เสียงที่ดังมากเพราะอวัยวะเหล่านี้ได้รับการกระทบของคลื่นเสียงแรงมาก

การทรงตัว (epuilibrium) การทรงตัวของร่างกายที่เป็นไปอย่างปกตินั้น เป็นเพราะการทำงานของ vestibule และ semicircular canals ที่ทำงานร่วมกับอวัยวะต่าง ๆ

กรมศิลปากร

การเห็น SIGHT

อวัยวะที่ช่วยในการเห็นได้แก่ ลูกตา, optic nerve และศูนย์กลางของการเห็นที่อยู่ในสมอง นอกจากนี้มีอวัยวะที่ช่วย (accessory organs) ซึ่งเป็นอวัยวะที่ช่วยในการทำหน้าที่ของลูกตา และป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่ตา

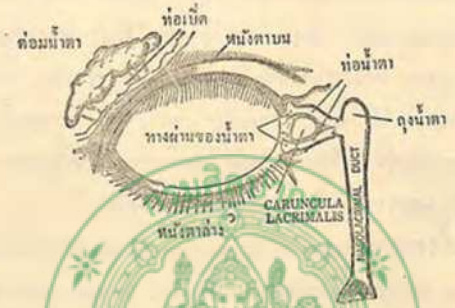
Accessory organs มีขนตา คิ้ว หนังตา เยื่อบุหนังตา (conjunctiva) อวัยวะที่เกี่ยวกับน้ำตา และกล้ามเนื้อของลูกตา และ fascia bulbi

คิ้ว เป็นเส้นขนที่ขึ้นรวมกันอยู่เป็นแถวข้างบนลูกตาทั้ง ๒ ข้าง มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้แสงเข้าตามากเกินไป และไม่ให้เหงื่อไหลเข้าในตาด้วย (คิ้ว = eyebrow)

หนังตา (eyelids) หุ้มลูกตาอยู่ทางด้านนอก ข้างนอกสุดเป็นผิวหนัง ข้างในมีเยื่อบาง ๆ ที่เรียก conjunctiva ประกอบด้วยใยของกล้ามเนื้อ และ fibrous tissue ข้างบนของมันเป็นกล้ามเนื้อเล็ก ๆ ที่ช่วยยกหนังตาขึ้น และมีกล้ามเนื้อที่ชื่อ orbicularis oculi อยู่รอบ ๆ ตา เพื่อช่วยปิดและเปิดหนังตา ทั้งป้องกันไม่ให้แสงเข้าตามากเกินควร และป้องกันผงเข้าตา ปิดตาเวลาหลับ และช่วยเกลี่ยน้ำที่ช่วยหล่อเลี้ยงลูกตา

ขนตา eyelashes และพวก sebaceous glands อยู่ขอบล่างและบนของหนังตาทั้ง ๒ ข้าง เป็นเส้นขนเล็ก ๆ เรียงกันอยู่เป็นแถว ชุมขนของขนตานี้มีรูเปิดของสิ่งที่ sebaceous glands ขับออกมา เพราะฉะนั้นต่อมที่ว่านี้อยู่ใต้ลงไป ถ้ามีการอักเสบของมันจะทำให้เกิดบวมแดง และบางทีมีหนองที่เราเรียกว่า กุ้งยิง หรือ sty

Sebaceous glands อยู่ระหว่าง conjunctiva และขอบของหนังตา บางทีเราเรียกชื่อเฉพาะของมันว่า Meibomian glands มีท่อมาเปิดที่ตอนริมของหนังตา ขับสิ่งที่ช่วยหล่อลื่นไม่ให้หนังตาติดกัน



(รูปที่ ๒๖๑)

อวัยวะที่ขับน้ำตา (Gray's Anatomy)

หอสมุดแห่งชาติรัชมังคลาภิเษก ตรัง

Conjunctiva เป็นเยื่อที่บุอยู่ข้างในหนังตาต่อมาจาก หรือเป็นเยื่อชั้นเดียวกับที่บุท่อของ Meidomina glands และท่อน้ำตา ถุงน้ำตา และ nasolacrimal ducts และที่บุจมูก

อวัยวะที่ช่วยขับน้ำตาประกอบด้วย ต่อมน้ำตา ท่อน้ำตา และถุงน้ำตา และ nasolacrimal ducts (ท่อน้ำตาที่ติดต่อกับช่องจมูก)

ต่อมน้ำตา หรือ lacrimal glands เป็น compound glands ฝังอยู่ในแอ่งที่อยู่ของมันที่กระดูก frontal อยู่ทางด้านบนและมุมนอกของเบ้าตา เป็นต่อมเล็ก ๆ แต่ละต่อมมีท่อ ๖—๑๒ ท่อ ไปเปิดที่เยื่อบุภายในของหนังตาบน น้ำตามีประโยชน์โดยรักษาตาให้ชุ่มชื้นอยู่เสมอ เมื่อต่อมน้ำตาขับน้ำตาออกมาให้มันไหลผ่านลูกตา แล้วน้ำตาจะถูกดูดเข้าสู่ท่อเล็ก ๆ ๒ ท่อ เข้าไปเก็บไว้ในถุงน้ำตาที่อยู่ทางด้านมุมข้างในของตา ถุงน้ำตาอยู่ทางปลายข้างบนของ nasolacrimal duct ท่อน้ำตาอันนี้ไปเปิดเข้าในช่องจมูก นอกจากนี้มี caruncular

lacrimalis ซึ่งเป็นก้อน tissues สีแดงที่มีลักษณะคล้ายต่อม พวกนี้จะขับ sebum และพวกเหงื่อหรือของเสียออกมา มันอยู่ทางมุมด้านในของลูกตา เพราะฉะนั้นสิ่งที่มันขับออกมาจึงมักจะพบอยู่ตามบริเวณนี้

น้ำตามีลักษณะใสเป็นของเหลวที่มีรสเค็ม มี mucin ปนอยู่เป็นจำนวนน้อย เมื่อต่อมน้ำตาขับน้ำตาออกมาแล้ว น้ำตาผ่านท่อเล็ก ๆ ไปเปิดที่เยื่อบุของหนังตาบน แล้วน้ำตานี้จะไปหล่อเลี้ยงลูกตา ตามธรรมดาน้ำตาที่ถูกขับออกมาจะระเหยไป หรือถูกนำเข้าไปใน nasolacrimal ducts ได้เร็วทันกับเวลาที่มันสร้างขึ้น แต่ในบางขณะที่เยื่อบุตาได้รับการระคายเคืองจากผงหรือฝุ่น หรือมีการร้องไห้ต่อมน้ำตาจะขับน้ำตาออกมา เพื่อไล่สิ่งที่เข้าไปรบกวนในตา นอกจากนี้ยังเป็นยาฆ่าเชื้ออย่างอ่อนอีกด้วย

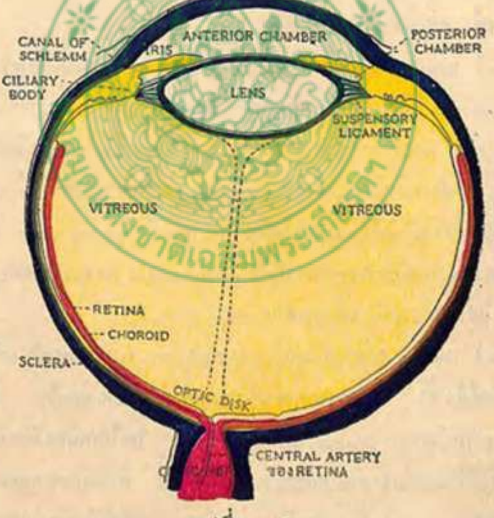
กล้ามเนื้อของตามี intrinsic และ extrinsic muscles พวก intrinsic muscle เป็น ciliary muscles และกล้ามเนื้อของม่านตา หรือ iris, Extrinsic muscles เป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยยึดลูกตาให้อยู่ในเบ้าตา และช่วยในการเคลื่อนไหวของตา (กลับไปดูบทที่ ๗ และรูปที่ ๗๑)

เส้นประสาทของตามี optic nerve เส้นนี้จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการเห็นอย่างเดียว นอกจากนี้เส้นประสาทที่ไปเลี้ยงตามี oculomotor nerve ที่ไปสู่ (๑) medial, superior และ inferior recti และ inferior oblipue muscles (๒) ciliary muscles และ circular muscle ของiris และมี trochlea nerve ที่ควบคุมการทำงานของ superior oblipue muscles พวก abducent nerve ควบคุมการทำงานของ lateral rectus muscle และ opthalmic nerve ที่เป็นแขนงของ trigeminal nerve สำหรับความรู้สึกโดยทั่วไปของตา และให้แขนงไปยัง cornea, ciliary body, iris ต่อมน้ำตาและเยื่อบุ (conjunctiva) มีแขนงของ autonomic nerve ไปเลี้ยง ciliary muscle และ radial muscle ของ iris ด้วย

เบ้าตา หรือ orbits เบ้าตาแต่ละข้างเป็นแอ่งของกระดูก ๗ ชิ้นมาต่อกัน คือกระดูก frontal, malr, maxilla, palatine, ethmoid, sphenoid, และ lacrimal (มีกระดูก ๓ ชิ้นที่อยู่ร่วมกันระหว่างเบ้าตาทั้ง ๒ ข้าง คือ frontal, ethmoid, และ sphenoid เพราะฉะนั้นเบ้าตา ๒ ข้างจึงประกอบด้วยกระดูก ๑๑ ชิ้นเท่านั้น) เบ้าตานี้เป็นที่อยู่ของลูกตา

เบ้าตามีรูปคล้ายกรวย ปลายที่อยู่มาทางข้างหน้าใหญ่ ปลายข้างหลังเล็ก ที่ปลายหลังมีรูเปิดเรียก optic foramen ซึ่งเป็นทางผ่านของ optic nerve และ opthalmic artery ทางด้านบนของเบ้าตามีแง่งเล็ก ๆ เรียกว่า superior orbital fissure เป็นทางผ่านของ middle meningeal artery ที่ไปเลี้ยงตาและเส้นประสาทที่นำกระแสร์ประสาทไปและกลับจากพวกกล้ามเนื้อของตา ข้างในเบ้าตาแต่ละข้างประกอบด้วยลูกตา กล้ามเนื้อของตา เส้นประสาท เส้นโลหิต ต่อมน้ำตา ไขมัน และพวก fascia bulbi และพังผืดที่ยึดพวกนี้ให้อยู่ในที่ ๆ ของมัน ส่วนข้างในบุด้วย fibrous tissues และมีพวกไขมันที่เป็นก้อนทำหน้าที่คล้ายหมอนหรือเบาะที่หนุนลูกตาไว้ ในอาการของโรคหลายอย่างที่ทำให้การใช้ไขมันของร่างกายไม่เป็นไปตามปกติ ร่างกายใช้ไขมันมากเกินไป ไขมันที่อยู่ตอนนี้จึงถูกใช้ไปด้วย ทำให้ลูกตาอยู่ลึกโบ๋เข้าไป

กรมศิลปากร



(รูปที่ ๒๖๒)

(section *ของลูกตา สีแดงเป็น* retina *สีเหลืองเป็น* choroid *ที่อยู่ระหว่างสีน้ำเงินแดง*) (Charles H. May)

Fascia bulbi ระหว่างเบาะที่เป็นไขมันและลูกตา มี serous sac อยู่เรียก fascia bulbi ซึ่งหุ้มลูกตาไม่ให้ติดกับ optic nerve และมีประโยชน์ในการที่ช่วยให้ลูกตากรอกไปมาได้

ลูกตา มีรูปค่อนข้างกลม ผนังข้างนอกมี ๓ ชั้น นับจากข้างนอกเข้าไปข้างใน ก. Fibrous ซึ่งแบ่งออกเป็น (๑) sclera (๒) cornea ข. Vascular ประกอบด้วย (๑) Choroid (๒) ciliary body (๓) iris ค. พวกประสาท ซึ่งเรียกว่า retina

พวกที่ช่วยในการหักของแสงหรือ refracting media มีอยู่ ๓ อย่าง คือ

Apueous humor

Crystalline lens และ capsules

Vitreous body

ในชั้น fibrous ที่ประกอบด้วย

(๑) Sclera เป็นลูกตาขาวที่หุ้มอยู่ ๕/๖ ทางด้านหลังของลูกตาประกอบด้วย fibrous membrane ที่ติดแน่น ทางด้านหลังจะหนากว่าข้างหน้า มีประโยชน์ คือ เพื่อรักษารูปร่างของลูกตา และป้องกันอวัยวะที่ละเอียดอ่อนที่อยู่ข้างใน แสงผ่านไม่ได้ มีสีขาว พื้นด้านนอกเรียบ ข้างหลังมีทางผ่านของ optic nerve พื้นด้านในจะมีสีน้ำตาลแยกออกจาก choroid โดยมีทางน้ำเหลืองและเส้นโลหิต ๒–๓ เส้น มี venous sinus ที่เรียก canal of Schlemm (ชื่อนักกายวิภาคชาวเยอรมันปี ๑๗๙๕–๑๘๕๘) ที่อยู่ตรงรอยต่อระหว่าง cornea กับ sclera เส้นประสาทที่มาเลี้ยงมาจาก ciliary nerve

(๒) Cornea อยู่ทางด้านหน้า ๑/๖ ของลูกตา (บริเวณตาดำ แต่ cornea จริง ๆ ไม่มีสีดำหรือสีอื่น ๆ) ต่อมาจากตาขาวและเกยอยู่บนตาขาวเล็กน้อย มีลักษณะคล้ายหน้าปัทม์นาฬิกาเป็นพวก fibrous tissues ที่ต่อแน่น แต่ไม่เหมือนกับตาขาวหรือ sclera เพราะไม่มีสีทั้งด้านนอกและด้านในและแสงผ่านได้เต็มที่ มีเส้นประสาทมาเลี้ยงมาก เส้นประสาทมาจาก ciliary nerve และมีทางน้ำเหลืองแต่ไม่มีเส้นโลหิต เพราะฉะนั้นมันจึงได้รับอาหารจากน้ำเหลือง

ชั้น vascular ที่อยู่ถัดเข้าไปทางด้านในประกอบด้วย

(๑) Choroid เป็นเยื่อบาง ๆ สีน้ำตาลแก่อยู่ทางด้านในของตาขาว (sclera) ประกอบด้วยเส้นโลหิตฝอยเป็นจำนวนมากมาประสานกันเป็น plexuses และมีเส้นโลหิตดำและแดงเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากที่นำโลหิตไปยัง plexuses ระหว่างเส้นโลหิตเหล่านี้มี pigment cells กับเซลล์อื่น ๆ ที่ประกอบกันเป็นร่างแห พวกนี้ทำให้เยื่อนี้มีสีเข้ม และทึบแสง ดังนั้นจึงป้องกันไม่ให้มีการกระท้อนของแสง

(๒) Ciliary body ประกอบด้วย orbicularis ciliaris ซึ่งกว้างประมาณ ๔ มม. อยู่ติดทางด้านหน้าของ choroid และ ciliary muscle และ ciliary process ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ รอยพับทอดออกไปเป็นรัศมีอยู่ตามริม ๆ ของ cornea ทางด้านหลังและอยู่รอบ ๆ lens มีประมาณ ๗๐–๘๐ อัน มีเส้นประสาทและเส้นโลหิตมาเลี้ยง และมี ciliary muscle พยุงไว้ เมื่อกล้ามเนื้อนี้หดตัวจะทำให้ lens นูนออก

Iris หรือม่านตา จะมีรูปกลมมีสีแขวนอยู่ใน aqueous humor อยู่ทางข้างหน้าของ lens และข้างหลังของ cornea รอบ ๆ ของมันจะเกาะติดกับ ciliary processes นอกจากนี้ติดต่อกับ sclera และ cornea ตรงกลางของ iris มีรูเรียกว่า pupil ซึ่งเป็นที่ให้แสงผ่านเข้าในลูกตาได้

Iris ประกอบด้วย connective tissues ที่มี branched cells มีเส้นโลหิตและเส้นประสาทมาก สีของตา เกี่ยวกับจำนวนและขนาดของ pigment cells ที่อยู่ใน iris ถ้าสีของมันน้อยตาจะมีสีฟ้า ถ้ามากจะมีสีเทาหรือน้ำตาลตามลำดับ ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ ๒ พวก พวกแรกเซลล์จะเรียงอยู่รอบ ๆ pupil ทำหน้าที่เป็นกล้ามเนื้อหูรูด เรียกว่า sphincter pupillae ทำให้ม่านตาหดลง อีกพวกหนึ่งเรียงกันเป็นเส้นรัศมีจาก pupil ไปรอบ ๆ เรียก dilator pupillae ทำให้ม่านตาขยาย

ผนังทางด้านหลังของ iris หุ้มด้วยชั้นของ epithelium ที่มีสีม่วงแก่ เรียกว่า pars iridica retinae ป้องกันไม่ให้แสงผ่านเข้า

หน้าที่ของ iris หรือม่านตา เพื่อให้แสงเข้าในลูกตามากหรือน้อยตามความต้องการ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เห็นภาพชัดเจน โดยการช่วยของกล้ามเนื้อ ๒ พวก ที่กล่าวข้างต้นที่จะบังคับให้ม่านตา หด หรือขยายแสงเข้ามากหรือน้อย ถ้าต้องดูของใกล้หรือแสงเข้าตามากกล้ามเนื้อหูรูดจะหดตัว ถ้าต้องดูไกล หรือแสงน้อยจะขยาย

Retina อยู่ทางด้านในสุดของลูกตา เป็นพวกประสาทของลูกตา เมื่อเยื่อประสาทที่ละเอียดอ่อนเป็นที่รับภาพต่าง ๆ แล้วส่งภาพนั้นไปยังศูนย์กลางของการเห็นที่อยู่ที่ cerebral cortex ชั้น retina นี้จะอยู่ระหว่างชั้น choroid และ hycloid muscle ของ vitreous body ทอดออกมาทางด้านหน้าเกือบถึงริมด้านหลังของ ciliary body ภายในมี neurons ๓ พวก ที่ให้ cell bodies และ processes ประกอบกันขึ้นเป็นชั้น ๆ ๗ ชั้น

Blind spot จุดบอด เป็นตอนที่ optic nerve แทงผ่านลูกตาเกือบอยู่ทางด้านหลัง แต่ค่อนมาทางด้านในนิดหน่อย จุดนี้ไม่มีความรู้สึกต่อแสงเรียก blind spot

พวกที่ช่วยให้มีการหักของแสง (Refracting media) มี cornea และ aqueous humor เป็นพวกแรกที่ทำให้มีการหักของแสงที่ผ่านเข้าตา aqueous humor อยู่ทาง anterior chamber ของตา chamber นี้มี cornea อยู่หน้าและ lens, ciliary body และพวก ligament ของมันอยู่ทางด้านหลัง ช่องนี้ถูก iris แบ่งออกให้เป็น anterior และ posterior chambers. Aqueous humor จะเป็นน้ำที่ใสมีเกลือผสมอยู่เล็กน้อย เกลือพวกนี้เป็นโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งมาจากโลหิต และถูกถ่ายออกโดยทางเส้นโลหิตดำใหญ่ของตา

Lens หรือแก้วตา อยู่ใน capsules เป็นที่ที่ทำให้มีการหักของแสงมากข้างหน้าและข้างหลังนูนออก อยู่ทางด้านหลังของ pupil วางอยู่ในท่าของมันโดยความดันใน aqueous humor ที่อยู่ทางด้านหน้าและ vitreous body ที่อยู่ทางด้านหลัง นอกจากนี้มีเอ็นที่ช่วยยึดไว้ ทางด้านหลังนั้นจะนูนกว่าด้านหน้า และความนูนของมันนี้เปลี่ยนไปตามอายุของคน capsule ที่หุ้มจะยืดหยุ่นได้ มันช่วยในการหักของแสงมากกว่า aqueous humor และ vitreous humor

Cataract หรือต้อกระจก เกิดจากการที่ lens หรือ capsules ของมันขุ่น อาจจะเนื่องมาจากขาดไวตามินบี หรือ parathyroid hormone

Vitreous body เป็น albuminoid tissues ที่ค่อนข้างข้นอยู่ในเยื่อบาง ๆ ทางด้านหลัง ๔/๕ ของลูกตา ช่วยทำให้ตามีรูปกลม ซึ่งตาขาวและพะยุง retina สามารถช่วยในการหักของแสงมากกว่า aqueous humor ลักษณะของมันไม่ต่างจากน้ำธรรมดามากนัก

ถ้าความดันในลูกตาเพิ่มทำให้เกิดต้อหิน (glaucoma) ทำให้โลหิตที่ไปเลี้ยงภายในลูกตาไม่เป็นไปตามปกติ ทำให้ตารู้สึกเจ็บปวดและการเห็นไม่ชัดเจน

การเห็น หรือ vision สิ่งที่เห็นได้มักจะกระท้อนแสงที่มาถูกมัน แสงที่กระท้อนนี้ไปถูกเซลล์ประสาทที่อยู่ใน retina ส่งกระแสร์ประสาทไปยัง optic nerve และส่งไปยังศูนย์กลางของการเห็นที่อยู่ใน occipital lobe ของ cerebrum จากที่นี่กระแสร์ประสาทจะมีการติดต่อกับศูนย์กลางประสาทที่เกี่ยวกับความจำ และความนึกคิดต่าง ๆ

สรุป

หน่วยรับความรู้สึก sensory unit	ปลายประสาทที่รับความรู้สึกเรียกว่า receptors กระแสร์ประสาทไปตามประสาทที่รับความรู้สึก (sensory nerve) ประสาทที่นำคำสั่งจากสมองมาตาม motor nerve
Cutaneous sensation	ความรู้สึกที่ผิวหนังมีปลายประสาทที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับ การกด ความเย็น ร้อน การเจ็บ
ความหิว hunger	ตามธรรมดา มาจากการหดตัวของกระเพาะที่ว่าง เป็นการทำงานของประสาทที่อยู่ที่เยื่อบุกระเพาะอาหาร ในรายที่เป็นโรคเบาหวานอาจจะเกิดขึ้นบ่อยหรือมาก ถึงแม้ว่าจะได้รับประทานตามปกติ
ความอยากอาหาร appetite	ความอยากอาหาร ถูกปลุกโดยประสาทที่รับความรู้สึกทางรส และกลิ่น และทางตา ทั้งนี้ต้องเกี่ยวกับว่าเคยรับประทานอาหารชนิดนั้นมาก่อน อาหารที่รับประทานไปเพราะด้วยความอยากนั้น ทำให้น้ำลายและน้ำย่อยของกระเพาะอาหารไหลมากขึ้น
Thirst	— ความกระหายอย่างธรรมดา เนื่องจากมีการกระตุ้นของประสาทที่ pharynx
คลื่นไส้ Nausea	เนื่องจากมีการระคายเคืองที่กระเพาะอาหาร อาจจะเนื่องมาจากสารที่อยู่ในโลหิตหรือเกี่ยวกับประสาทที่เห็น รส และกลิ่น
รส Taste	เกิดขึ้นที่ taste buds ที่อยู่ที่ลิ้น และเส้นประสาท พวก trigeminal facial และ glossopharyngeal มีศูนย์กลางการรับรสอยู่ในสมอง
กลิ่น Smell	มีประสาทที่รับกลิ่น (olfactory nerve) อยู่ในเยื่อบุของจมูก มีศูนย์กลางอยู่ในสมอง ศูนย์กลางนี้ติดต่อกับส่วนอื่น ๆ ใน cerebrum

การได้ยิน Hearing	เกิดจากคลื่นเสียงที่เข้าไปในช่องหู ไปกระทบแก้วหู ให้มีการกระเทือน การกระเทือนติดต่อไปตามกระดูกเล็ก ๆ ที่อยู่ในหูชั้นกลาง ผ่านไปตาม fenestra vestibuli ไปยัง perilymph กระตุ้นปลายประสาทที่เรียกว่า organ of Corti กระแสประสาทจะไปสู่ศูนย์กลาง ที่อยู่ในสมอง
Vision	สิ่งที่จะเห็นได้ จะสะท้อนคลื่นแสงที่กระทบมัน แสงที่สะท้อนผ่านลูกตาไปถึง retina ไปตาม optic nerve เข้าสู่ศูนย์กลางของการเห็นใน occipital lobe ของ cerebrum ทำให้มีการเห็นขึ้น โดยรู้ว่าภาพนั้นเป็นภาพอะไร ทั้งนี้จะติดต่อกับส่วนอื่น ๆ ของสมองที่เกี่ยวกับความจำและความนึกคิดต่าง ๆ ด้วย

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ตรัง

ตอนที่ ๕

โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์
ของมนุษย์ชาติและวิวัฒนาการของชีวิต

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ

กรมศิลปากร
หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติฯ ตรัง

บทที่ ๒๔

การสืบพันธ์ (reproduction) EMBRYOLOGY การไหลเวียนของโลหิตของทารกที่อยู่ในครรภ์ การคลอด (PARTURITION) และการกลับคืนสู่สภาพเดิมของมดลูก (INVOLUTION)

ชีวิตของมนุษย์เริ่มต้นด้วยเซลล์ ๆ เดียว แล้วเจริญเป็น embryo ซึ่งมาจากการผสมกันของ ovum และ spermatozoa ของมารดาและบิดา แล้วเซลล์ ๆ เดียวนี้ เจริญแบ่งตัวตามแบบของ mitosis ทำให้มีการเจริญเติบโตขึ้น

ตลอดเวลาที่มีชีวิตอยู่ การแบ่งตัวของเซลล์จะมีอยู่เรื่อย ๆ ซึ่งทำให้มีการเจริญของร่างกาย และซ่อมแซมสิ่งที่สึกหรอ

วงจรของชีวิตหรือ life cycle ของมนุษย์แบ่งออกได้เป็น ๒ ระยะ ซึ่งเรียกว่าระยะก่อนคลอด (prenatal) และระยะหลังคลอด (postnatal) ระยะก่อนคลอดนั้นยังแบ่งออกได้ดังนี้คือ

ระยะของ ovum คือระยะภายใน ๒ อาทิตย์แรกที่อยู่ในครรภ์หรือเริ่มปฏิสนธิ

ระยะของ embryo นับจากเริ่มอาทิตย์ที่ ๓ ถึงปลายเดือนที่ ๒

ระยะของ fetal นับจากเริ่มเดือนที่ ๓ ถึงระยะคลอด

ชีวิตในตอนหลังคลอดยังแบ่งออกตามวัยต่าง ๆ ดังนี้คือ

Neonatal นับจากคลอดถึงปลายอาทิตย์ที่ ๒

Infancy นับจากปลายอาทิตย์ที่ ๒ ถึงสิ้นปีแรก

Childhood จากปลายปีแรกถึง puberty ซึ่งมีอายุไปถึง ๑๒–๑๖ ปี

Adolescence จาก puberty ถึง ๒๐ หรือ ๒๕ ปี

Maturity ตั้งแต่อายุ ๒๕ ปีไป

Puberty และ adolescence ในระยะที่เป็น embryo เซลล์ที่จะเจริญเป็นอวัยวะสืบพันธ์จะมีการเจริญตามลักษณะของมันและตลอดเวลาที่ยังอยู่ในครรภ์ และเป็นทารกตลอดจนเวลาที่ยังเป็นเด็กอยู่ อวัยวะเหล่านี้จะเกิดขึ้นเหมือน ๆ กับอวัยวะอื่นของร่างกาย แต่เมื่อ

ย่างเข้าในวัย puberty หรือในวัยรุ่น มันจะเจริญเต็มที่และเริ่มทำหน้าที่ของมัน ในเมืองร้อนเด็กจะย่างเข้าสู่ระยะ puberty เร็วกว่าเด็กที่อยู่ในเมืองหนาว คือผู้ชายก็ประมาณ ๑๕–๑๖ ปี ผู้หญิง ๑๔ ปี นั่นคือผู้หญิงจะถึงเร็วกว่าผู้ชาย ๑ ปี ส่วนในประเทศที่หนาวมากจะช้ากว่านี้ ๑–๒ ปี แต่อย่างไรก็ดีอายุนี้ก็ไม่แน่แล้วแต่การเจริญของร่างกายแต่ละบุคคล

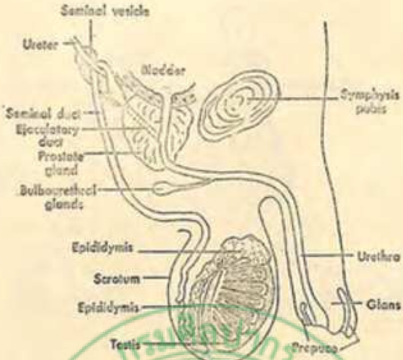
ระยะ puberty ในผู้ชายจะเริ่มมี spermatozoa เกิดขึ้น ส่วนในผู้หญิงจะมีการสุกของไข่ (ova) และมีโลหิตประจำเดือน ในทารกผู้ชายที่แรกคลอด ภายใน testis จะมีเซลล์ที่เป็นพวก spermatocytes ซึ่งจะเจริญเป็น spermatozoa เป็นจำนวนมาก และมีพวก germ cells เป็นจำนวนมากเหมือนกัน แต่มันจะไม่แก่ และออกมาจนกว่าจะถึงระยะ puberty นอกจากนี้เมื่อถึงระยะนี้ในผู้ชาย อวัยวะแห่งการเพศจะมีการเจริญขึ้น เช่นมีลูกกระเดือกโตออกมา อวัยวะสืบพันธ์ภายนอกจะเจริญขึ้นเร็ว มีขนขึ้นตามบริเวณหน้า รักแร้ หัวเหน่า และตามส่วนอื่นของร่างกาย ในผู้หญิงรูปร่างก็จะมีการเปลี่ยนไปโดยตะโพกผายออกเพราะมีไขมันเพิ่มขึ้น ต่อมนมโตขึ้น มีขนขึ้นตามบริเวณรักแร้และหัวเหน่า และมีประจำเดือน

การเปลี่ยนแปลงนี้จะดำเนินไปเรื่อย ๆ จนถึงระยะ adolescence คือในผู้หญิงก็ประมาณ ๑๗–๒๐ ปี และในผู้ชาย ๑๘–๒๑ ปี

อวัยวะสืบพันธ์ของผู้ชาย

อวัยวะสืบพันธ์ของผู้ชายมี ลูกอัณฑะ (testes) ๒ อัน ที่ทำให้เกิด spermatozoae และพวกฮอร์โมน มี seminal ducts ๒ ท่อ (ข้างหนึ่งข้างใดเรียก ductus deference) seminal vesicles ๒ อัน ejaculatory ducts ๒ ท่อ spermatic cords ๒ ข้าง scrotum และ penis หรือลึงค์ urethra prostate glands หรือต่อมลูกหมากและ bulbourethra glands (cowper's glands ๒ ต่อม

Testis เป็นต่อมมี ๒ ข้าง มีถุงหุ้มอยู่ข้างนอกเรียก scrotum แต่ละต่อมจะมีน้ำหนักประมาณ ๑๐.๕–๑๔ กรัม เฉลี่ยแล้วยาวประมาณ ๔–๕ ซม. และกว้าง ๓ ซม. มีส่วนประกอบอยู่ ๒ ส่วนคือส่วนที่เป็น testis และ epididymis



(รูปที่ ๒๖๓)

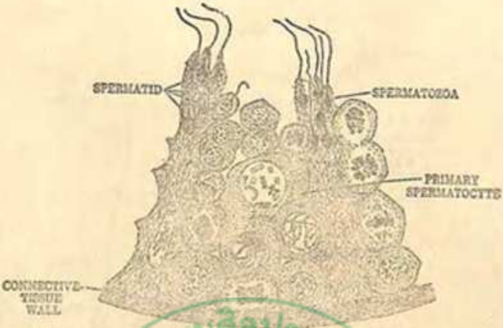
(แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ของผู้ชาย)

Testis มีรูปไข่ ข้างนอกเป็นพวก fibrous tissues ข้างในมี seminiferous tubules ที่เป็นท่อเล็ก ๆ ที่เป็นทางผ่านของตัวอสุจิ ท่อเล็ก ๆ เหล่านี้มารวมกันเป็น epididymis

Epididymis เป็นท่อที่ยาวประมาณ ๕ เมตร ซึ่งทอดไปตามส่วนบน และด้านหลังของ testis บุด้วยพวกเยื่อบาง ๆ และผนังของมันประกอบด้วยกล้ามเนื้อ ท่อนี้ติดต่อ testis กับ seminal ducts

หน้าที่ของ testis เป็นที่เกิดของตัวอสุจิ (spermatozoa) และ internal secretion ที่ให้พวกฮอร์โมน ถ้าตัดต่อมนี้ออกก่อนถึงระยะ puberty อวัยวะแห่งการเพศจะไม่มีการเจริญตามปกติ และการเจริญของจิตใจจะช้ากว่าปกติด้วย

ในราวเดือนที่ ๓ ของการตั้งครรภ์ testis จะอยู่ในช่องท้องอยู่ข้างใต้ และทางด้านหน้าของไต ตลอดเวลาที่ทารกมีการเจริญมันจะผ่าน inguinal canals ลงมาอยู่ใน scrotum ซึ่งโดยมากเป็นเวลาที่ก่อนคลอดเล็กน้อย ในบางรายที่เด็กคลอดก่อนกำหนด testis จะไม่ลงมา ตามปกติจะพบอยู่ในช่องท้องหรือใน inguinal canals ซึ่งในที่สุดอาจจะลงมาได้ แต่ถ้าไม่ลงตามปกติ เรียกว่า crytorchism ซึ่งอาจจะเป็นข้างเดียวหรือ ๒ ข้างได้



กรมศิลปากร

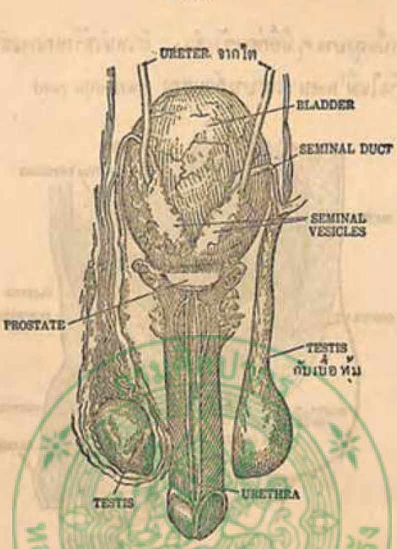
(รูปที่ ๒๖๔)

(section ของผนัง seminiferous tubules ทำให้เห็นการเจริญของตัวอสุจิ)

(spermatogenesis)

Seminal ducts (ductus deferens) แต่ละท่อติดต่อกับ epididymis และเป็น excretory ducts ของ testis เมื่อผ่านตรงไปถึงต่อมลูกหมากซึ่งอยู่ข้างหน้าคอของกระเพาะปัสสาวะ แต่ละท่อของมันจะไปต่อกับท่อของ seminal vesicles ซึ่งรวมกันเป็น ejaculatory ducts ผนังของท่อนี้มีอยู่ ๓ ชั้น ชั้นนอกสุดเป็น areolar ชั้นกลางเป็นกล้ามเนื้อ และชั้นในสุดเป็น mucous

Seminal vesicle เป็นถุงที่ประกอบด้วยเยื่อ ๒ ถุง อยู่ระหว่างกระเพาะปัสสาวะและทวารหนัก มีรูปคล้าย ๆ สามเหลี่ยม ปลายล่างแคบไปรวมกับ seminal ducts เป็น ejaculatory ducts



(รูปที่ ๒๖๕)

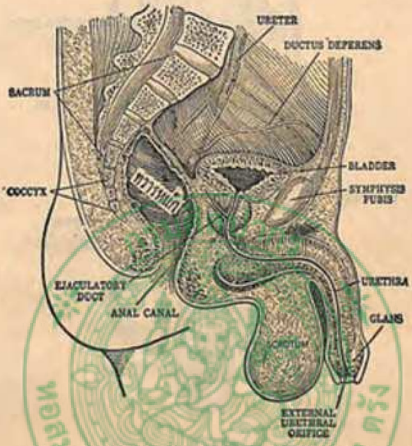
(อวัยวะสืบพันธุ์ของผู้ชายมองจากด้านหลัง)

หน้าที่ เป็นต่อมที่ให้ secretion ที่ช่วยในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ

Ejaculatory ducts มีอยู่ ๒ ท่อ ข้างละท่อเกิดขึ้นจาก seminal vesicle และ seminal ducts มาต่อกัน ทอดผ่าลงข้างล่างผ่าระหว่างกลางของต่อมลูกหมาก ในที่สุดจะเปิดเข้าสู่ urethra ผนังของมันมี ๓ ชั้นเหมือนกับ seminal ducts

Spermatic cords แต่ละเส้นประกอบด้วย seminal ducts, เส้นโลหิตแดง เส้นโลหิตดำ เส้นน้ำเหลือง เส้นประสาท ซึ่งยึดอยู่ด้วยกันโดยมี connective tissues ช่วยยึดไว้ ข้างนอกเป็นพังผืดที่ต่อมาจากที่หุ้มลูกอัณฑะ cords นี้จะอยู่บน ผ่าน inguinal rings เข้าใน scrotum ไปทางด้านหลังของลูกอัณฑะ

Scrotum เป็นถุงบาง ๆ มีสีค่อนข้างดำ ผิวหนังข้างนอกจะย่นเรียก rugae ในเด็กหนุ่มจะมีขนขึ้น ข้างในมี testis และบางส่วนของ spermatic cord



(รูปที่ ๒๖๖)

(รูปผ่ากลางลำตัวแสดงให้เห็นอวัยวะสืบพันธ์ของผู้ชาย)

Penis หรือลึงค์ เป็นอวัยวะสืบพันธ์ของผู้ชาย อยู่ข้างหน้าของหัวเหน่า ประกอบด้วย carvernous tissues ที่มีรูปทรงกระบอก ๓ อัน รวมกันอยู่โดยมี fibrous tissues ยึดไว้ ข้างนอกเป็นผิวหนัง carvernous tissues ที่อยู่ทางด้านข้าง ๒ อันเป็น corpora carvernosa อันที่อยู่ตรงกลางเรียกว่า corpus carversum urethra เพราะข้างในของมันมีท่อปัสสาวะที่เรียกว่า carvernous tissues เพราะมีทางเดินของเส้นโลหิตดำเส้นใหญ่อยู่ใน tissues นี้ ซึ่ง tissue ก็เป็นพวกที่ไวต่อความรู้สึกมาก เมื่อมีความรู้สึกทางเพศเกิดขึ้น จะมีโลหิตไหลมาสู่มาก ทำให้ penis แข็งตัวได้ ผิวหนังที่หุ้ม penis จะเป็นเนื้อเดียวกับที่หุ้ม ถุงอัณฑะ (testis) และฝีเย็บและหัวเหน่า ตอนปลายของลึงค์ จะโตหรือขยายออกเรียกว่า glans penis ซึ่ง

เป็นทางเปิดของท่อปัสสาวะ ในบริเวณนี้ผิวหนังที่หุ้มตัวลึงค์อยู่อย่างหลวม ๆ บางทีอาจจะมายึดแน่นติดกับ glans ทำให้มีการถ่ายปัสสาวะลำบาก เรียกอาการนี้ว่า phimosis

ท่อทางเดินของปัสสาวะของชาย ตั้งต้นจากกระเพาะปัสสาวะถึง external orifice ที่อยู่ที่ปลายลึงค์ ท่อนี้ยาวประมาณ ๑๗.๕–๒๐ ซม. (๗–๘ นิ้ว) ส่วนใหญ่ของมันจะอยู่ในอุ้งเชิงกราน บุด้วยเยื่อบาง ๆ และใยของกล้ามเนื้อ

ต่อมลูกหมาก หรือ prostate glands อยู่ที่ใต้ internal urethra orifice มีขนาดเท่าผลมันฮ่อ ประกอบด้วย dense fibrous capsule และพวก glandular และกล้ามเนื้อ

หน้าที่ ช่วยขับ prostatic fluids ที่มีฤทธิ์เป็นกรด ช่วยในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ

Bulbourethral glands หรือ Cowper's glands เป็นต่อมเล็ก ๆ ๒ ต่อม ขนาดเท่าเมล็ดถั่ว อยู่ใต้ต่อมลูกหมากเล็กน้อย อยู่แต่ละข้างของ urethra และแต่ละต่อมมีท่อยาวประมาณ ๒.๕ ซม. (๑ นิ้ว) มีทางเปิดเล็กที่ผนังด้านข้างของ urethra ต่อมนี้ขับของเหลวที่เป็นส่วนหนึ่งของ seminal fluio

น้ำอสุจิ หรือ semen มาจากต่อมอัณฑะ และของเหลวที่ขับออกมาจาก tetis seminal vesicle และต่อมลูกหมาก และ bulbo urethral glands เป็นน้ำที่ค่อนข้างข้น มีสีขาวปนเทา ประกอบไปด้วยน้ำ mucin และ โปรตีน เกลือ และตัวอสุจิ ประมาณ ๗๐,๐๐๐,๐๐๐ ในน้ำอสุจิ ๑ ซีซี ตัวอสุจิที่อยู่ใน seminiferous tubules จะเป็นตัวอ่อนและยังไม่มีการเคลื่อนไหว แต่เมื่อมันลงไปใน epididymis จะเริ่มแก่ และน้ำที่ขับออกมาจากต่อมต่าง ๆ จะช่วยในการเคลื่อนไหวของมัน น้ำอสุจินี้จะขับออกครั้งละ ๓–๕ ซีซี ซึ่งมีตัวอสุจิประมาณ ๒๕๐,๐๐๐,๐๐๐ ตัว เส้นประสาทที่ทำให้อวัยวะเพศมีความรู้สึก และขับน้ำอสุจิเป็นพวก pudendal plexus ที่มาจาก sacral spinal nerve

อวัยวะสืบพันธุ์ของผู้หญิง

อวัยวะสืบพันธุ์ของผู้หญิงมีรังไข่ ๒ อัน ซึ่งเป็นที่เกิดของ ova และพวกฮอร์โมน และมีท่อรังไข่อยู่ ๒ ท่อ มีมดลูก ช่องคลอด อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก และต่อมนม ๒ ต่อม

รังไข่ หรือ ovaries มี ๒ อัน เป็นอวัยวะจำพวกต่อม ตั้งอยู่ด้านข้าง ๆ ของมดลูก ติดอยู่กับด้านหลังของ broad ligament อยู่ข้างหน้าและใต้ท่อรังไข่ รังไข่แต่ละอันยึดติดกับมดลูกโดยมีเอ็นเส้นสั้น ๆ เรียกว่า ligament of ovary รังไข่แต่ละอันหนัก ๒–๕ กรัม และ

ยาวประมาณ ๔ ซม. กว้าง ๒ ซม. หนาประมาณ ๑ ซม. โครงสร้างของมันประกอบด้วย collumnar cells เรียงกันเป็นอยู่เป็นชั้น ๆ พวกนี้เป็นพวก gerininal epithelium และพวก stroma หรือกลุ่มของเซลล์ที่มีรูปคล้ายกระสวย และมี connective tissues จำนวนเล็กน้อย แต่มีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก นอกจากนี้มี Graafian follicles พวกที่ยังอ่อนอยู่ใต้ชั้น germinal epithelum (มีขนาดประมาณ ๐.๒๕ มม) ที่พบอยู่ในรังไข่ของเด็กเล็ก ๆ เมื่ออยู่ในระยะที่มีประจำเดือนจะพบว่า follicles เหล่านี้เริ่มสุก และเจริญขึ้นภายในชั้นเดียวกันกับที่พบเมื่อยังเป็นเด็กอยู่

(รูปที่ ๒๖๗)

(แสดงอวัยวะภายในและภายนอกของผู้หญิง ที่มองจากทางด้านหน้า)

Follicles เป็นไข่ที่อยู่ในรังไข่ เมื่อมีขนาดใหญ่ชั้นนอกของมันประกอบด้วยพวก fibrous tissues ที่มาจาก stroma และชั้นกลางก็มาจาก stroma เหมือนกัน และชั้นที่บุอยู่ข้างในเป็นเซลล์หลายชั้น ซึ่งเรียกว่า membrana granulosa ในไข่ที่สุกหรือแก่เต็มที่จะพบว่าเซลล์ในชั้นนี้จะรวมกันเป็นก้อน ยื่นเข้ามาอยู่ในช่องกลางของ follicle ภายในของก้อนนี้มี ovum

เด็กเมื่อแรกคลอด ภายในรังไข่มีไข่ ๓๐,๐๐๐-๒๐๐,๐๐๐ ใบ ไข่เหล่านี้ติดกันอยู่ตอนริม ๆ ของรังไข่ แต่มีไม่กี่ใบที่เจริญขึ้น โดยมากของมันก็มีการเหี่ยวแห้งแล้วก็ถูกดูดซึมหายไป ไข่ที่จะเจริญเต็มที่ก็ต่อเมื่อเด็กย่างเข้าวัยหนุ่มสาว ซึ่งเป็นเวลาที่รังไข่มีโลหิตมาเลี้ยงมาก และ follicles ข้างในจะโตขึ้นด้วย เมื่อมันโตขึ้นมันจะออกมาติดกับผิว ๆ ของรังไข่และค่อยดันออกข้างนอกของรังไข่ เมื่อมันแก่เต็มที่ผนังของรังไข่และของ follicles จะแตกออก ปล่อยให้ ovum และของเหลวที่อยู่ข้างในที่เรียก liquor folliculi และเซลล์ที่อยู่รอบ ๆ ออกมา การที่ไข่มีการเจริญขึ้นแก่เต็มที่และแตกออกนี้ เรียกว่า ovulation ซึ่งเกิดขึ้นทุก ๆ เดือนจนกว่าจะถึงระยะที่หมดประจำเดือน

Corpus luteum ภายหลังที่ follicle แตกออกและ ovum หลุดออกมา เยื่อบุภายในจะเหี่ยวย่น และช่องว่างภายในที่ไข่หลุดออกมาแล้ว จะมีโลหิตแข็งตัว (blood clot) เกาะอยู่เต็ม และในไม่ช้าภายในก้อนโลหิตนั้นจะมี lutcal cells เกิดขึ้น โลหิตที่ค้างอยู่จะถูกดูดซึมหายไป และมีพวก fibrous connective tissue ขึ้นแทนที่ เรียก corpus albican (เพราะมีสีขาว) แต่ภายหลัง ๒ อาทิตย์จะกลายเป็นสีเหลือง เรียกว่า corpus luteum และมันจะเหี่ยวแห้งและถูกดูดซึมหายไปก่อนที่ไข่อันใหม่จะเริ่มสุก แต่ถ้าไข่ที่หลุดเข้าไปในท่อรังไข่หรือท่อมดลูกถูกผสมจะมีการเจริญต่อไปเรื่อย ๆ จะเจริญเต็มที่ประมาณ ๑๒-๑๖ อาทิตย์ ต่อจากนั้นจะอยู่ต่อไปจนถึงเวลาคลอด

หน้าที่ของรังไข่ เป็นที่เกิดของไข่และทำให้มันเจริญขึ้นจนแก่หรือสุกเต็มที่แล้วจะปล่อยไข่ให้หลุดออกมา นอกจากนี้ให้ internal secretion ๒ อย่างคือ theelin และ progesterone (ดูบทที่ ๓๖ internal secretion ของรังไข่)

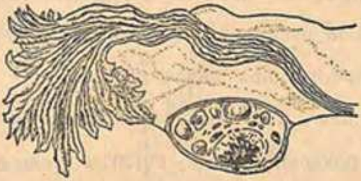
จากการเรียนที่ใช้วิธีเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า ถ้าตัดรังไข่ออกก่อนระยะ puberty หรือถ้ารังไข่ไม่เจริญเมื่อถึงอายุระหว่างนั้น จะเป็นเหตุให้มดลูกเล็กและไม่เจริญตามควรด้วย ทำให้ไม่มีประจำเดือน ต่อมนมก็ไม่มีการเจริญและขนที่ขึ้นตามร่างกายจะมีมากกว่าปกติ แต่ถ้ามีการตัดรังไข่ภายหลังระยะ puberty จะทำให้มดลูกและช่องคลอดเหี่ยวแฟบลง โลหิตประจำเดือนขาดไป และมีอาการทางประสาท และการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ผิดปกติด้วย อาการเหล่านี้จะคล้ายกับตอนที่ถึงระยะหมดประจำเดือน

ท่อมดลูก หรือท่อรังไข่ หรือ Follopion tubes มีอยู่ ๒ ท่อ อยู่ทั้ง ๒ ข้างของมดลูก ทอดผ่านจากมุมบนของมดลูกไปตามริมบนของ broad ligament ไปยังด้านข้างของอุ้งเชิงกราน ท่อนี้ยาวประมาณ ๗–๑๔ ซม. (๕ นิ้ว) ปลายที่ติดกับมดลูกแคบ ปลายที่อยู่ข้างนอกกว้างและมีลักษณะคล้าย ๆ นิ้วมือ เรียกว่า fimbriae มี fimbriae อันหนึ่งที่ยึดติดกับรังไข่ ท่อนี้บางทีเรียกท่อมดลูก

ผนังของท่อมดลูกหรือรังไข่มี ๓ ชั้น ชั้นนอกสุดเป็น serous ที่มาจาก เยื่อบุช่องท้อง (peritoneum) ชั้นกลางเป็นกล้ามเนื้อ ซึ่งเซลล์ของมันมี ๒ ชั้น ชั้นนอกเซลล์เรียงตัวกันตามยาว และชั้นในเซลล์เรียงตัวกันตามขวาง ชั้นในสุดเป็น mucous ซึ่งเป็น ciliated epithelium เยื่อที่บุภายในของมันนี้ต่อมาจากเยื่อที่บุภายในของมดลูก และเยื่อที่บุอยู่ตอนปลายนอกต่อมาจากเยื่อที่บุช่องท้อง ซึ่งเป็น serous บริเวณแห่งนี้จะเป็นแห่งเดียวในร่างกายที่มี mucous และ serous ที่ติดต่อเป็นเนื้อเดียวกัน

หน้าที่ของท่อมดลูก คือ นำไข่จากรังไข่ไปในมดลูก โดยการเคลื่อนไหวของ cilia ที่อยู่ที่ fimbria และข้างในท่อพวกที่อยู่ที่ fimbriae จะช่วยพัดไข่ให้เข้าไปในท่อและท่อมดลูกจะมีการหดตัวคล้ายคลื่น และการเคลื่อนไหวของ cilia ที่อยู่ภายในจะพัดเอาไข่ให้เข้าไปในมดลูก ในท่อรังไข่นี้ไข่จะถูกผสมพันธ์ (ในวันนั้นหรือช้ากว่านิดหน่อย) แต่ถ้าไข่มีการผสมพันธ์ มันจะเหี่ยวแห้งและถูกขับออกไปปนกับ secretion ที่ออกมาทางช่องคลอด

ในบางรายที่ไข่ที่ถูกผสมแล้วจะยังอยู่ในท่อแทนที่จะผ่านไปอยู่ในมดลูก ทำให้มีการเจริญขึ้นที่นั่นเรียกว่า tubal ectopic pregnancy แต่เมื่อเจริญขึ้นเต็มที่ ขนาดของมันจะโตออก ท่อจะแตกออก มีโลหิตตก แต่ถ้าไข่ตกลงไปในช่องท้องและเกิดมีการผสมที่นั่น มันจะเจริญขึ้นที่นั่น เรียกว่า abdominal pregnancy ซึ่งมักจะพบน้อยรายมาก



(รูปที่ ๒๖๘)

(รูปรังไข่ ท่อมดลูก ช่องที่เปิดสู่มดลูก รูปนี้ผ่าตามยาว ข้างหลังของมดลูกเป็น broad ligament สีดำที่อยู่ในรังไข่เป็น corpus luteum และมี follicle ขนาดต่าง ๆ กัน

(รูปที่ ๒๖๙)

(รูปผ่าตามยาวของลำตัว แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ของผู้หญิง) (Gray's Anatomy)

มดลูก (uterus) เป็นอวัยวะที่กลวง มีลักษณะคล้ายผลชมภู่ ประกอบด้วยกล้ามเนื้ออยู่ในอุ้งเชิงกราน อยู่ระหว่างกระเพาะปัสสาวะและทวารหนัก ยาวประมาณ ๗.๕ ซม. (๓ นิ้ว) กว้าง ๕ ซม. (๒ นิ้ว) ส่วนบนของมันหนา ๒.๕ ซม. (๑ นิ้ว) เวลาที่มีครรภ์มด

ลูกขยายได้มากจะยาวถึง ๓๐ ซม. หรือมากกว่านี้ คือขึ้นไปถึงลิ้นปี่และกว้างถึง ๒๐—๒๕ ซม. ภายหลังคลอดจะกลับมีรูปเกือบเหมือนเดิม แต่โดยมากจะมีขนาดโตกว่าก่อนที่จะมีครรภ์ ภายหลังระยะหมดประจำเดือน มดลูกจะเหี่ยวเล็กลง

มดลูกแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน ส่วนนูนที่อยู่ทางด้านบนเรียกว่า fundus ส่วนนี้อยู่บนทางเข้าของท่อมดลูก ตอนกลางเรียกว่า body อยู่ระหว่าง fundus และ cervix cervix หรือเรียกว่า คอมดลูกเป็นส่วนที่เล็กและแคบอยู่ระหว่าง body ของมดลูกและช่องคลอด

ช่องภายในมดลูกเรียก uterine cavity เป็นช่องที่เล็กเพราะว่าผนังของมันหนามาก ช่องนี้โดยมากมีรูปสามเหลี่ยม (มีฐานอยู่ข้างบน) มีช่องเปิด ๓ ช่อง ที่มุมของฐานสามเหลี่ยมตอนบน ๒ ข้างเป็นช่องเปิดของท่อมดลูก และอีกช่องหนึ่งเป็นช่องเปิดที่ติดต่อกับช่องคลอดภายใน cervix มีช่องแคบ ๆ เรียกว่า cervical canal ปลายบนของช่องนี้ติดต่อกับ body ของมดลูกเรียกช่องเปิดตอนนี้ว่า internal os และปลายล่างที่เปิดติดต่อกับช่องคลอดเรียกว่า external os

โครงสร้างของมดลูก ผนังของมันมี ๓ ชั้น ชั้นนอกสุดเป็น serous มาจาก peritoneum ที่บุช่องท้อง พวกนี้จะหุ้ม fundus ทั้งหมดและด้านหน้าของมดลูกลงไปจนถึงส่วนล่างของ body ชั้นกลางเป็นกล้ามเนื้อที่ไม่มีลายในชั้นนี้จะมีเส้นโลหิต เส้นน้ำเหลือง และเส้นประสาทแทรกอยู่ทั่วไป การเรียงตัวของกล้ามเนื้อมีหลายทาง คือตามยาว ตามเฉียง และตามขวาง ชั้นของมันจะไขว้และประสานกันในทุก ๆ ทาง ชั้นในสุดของมดลูกเป็น mucous ที่ต่อมาจากที่บุช่องคลอดและท่อมดลูกในชั้นนี้มีเส้นโลหิตมาเลี้ยงมาก และมี uterine glands มากด้วย พวกเซลล์เป็น ciliated epithelial นอกจาก ๑/๓ ข้างล่างของ cervical canal จะเป็นพวก stratified squamous epithelium ที่เหมือนกับที่บุช่องคลอด

เส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงมดลูกคือ uterine artery ที่มาจาก hypogastric artery และ ovarian artery ที่มาจาก aorta ตรงที่ ๆ cervix ต่อกับ body ของมดลูก เส้นโลหิตแดงที่มาจากทั้ง ๒ ด้านของลำตัวจะมาประสานกันเรียกว่า circumflex artery ถ้ามีการผ่าตัดและแขนงพวกนี้ถูกตัดขาดจะทำให้มีการตกเลือดมาก พวกเส้นโลหิตดำก็เป็นพวกเส้นโลหิตแดงคือ uterine vein และ ovarian vein พวกนี้เปิดเข้าสู่ common iliac vein โดยผ่าน

ทาง hypogastric vein

ท่าต่าง ๆ ของมดลูก มดลูกไม่ได้ยึดติดกับกระดูก แต่มันมีพวกเอ็นยึดไว้ให้อยู่ในช่องเชิงกราน ถ้ากระเพาะปัสสาวะที่อยู่ข้างหน้าของมันเต็มจะดันมดลูกให้ยื่นไปข้างหลังและถ้าทวารหนักที่อยู่ข้างหลังมีอุจจาระอยู่เต็มจะดันให้มันยื่นไปข้างหน้า และในระยะที่มีครรภ์มันจะยื่นขึ้นไปในช่องท้อง ท่าที่อยู่ตามธรรมดานั้น fundus จะยื่นไปข้างหน้า external orifice จะชี้ลงข้างล่างและไปข้างหลัง

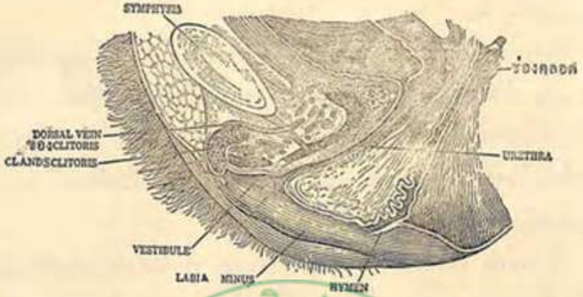
ถ้า fundus ยื่นไปข้างหน้ามากเกินไปเรียกว่า anteversion และถ้ายื่นไปข้างหลังมากเกินไปเรียกว่า retroversion ถ้า cervix ขึ้นมาติดกับ body ทำให้ตัวมดลูกหักไปข้างหน้ามากเรียก anteflexion และถ้าเบนไปข้างหลังเรียกว่า retroflexion

Ligaments หรือเอ็นที่สำหรับยึดมดลูกมี ๗ เส้น (เป็นคู่มี ๓ คู่) คือ broad ligaments มี ๒ เส้น เป็นเส้นที่เกิดจากเยื่อบุช่องท้องหุ้มทางด้านหน้าและหลังของมดลูก ประกอบด้วย serous ๒ ชั้นตรงกลางของมันมี (๑) มดลูก (๒) รังไข่ และเอ็นที่ยึดมัน (๓) round ligament (๔) เส้นโลหิตและเส้นน้ำเหลือง (๕) เส้นประสาท (๖) พวก tissue ของกล้ามเนื้อที่ไม่มีลาย

Anterior ligament เป็นเอ็นที่ยึดระหว่างกระเพาะปัสสาวะและมดลูก พวกนี้มาจากเยื่อบุช่องท้องเหมือนกัน

Posterior ligament เหมือนกับอันที่กล่าวมาแล้วแต่อยู่ข้างหลัง

Round ligaments มี ๒ เส้น เป็น fibromuscular cords อยู่ระหว่างรอยพับของ broad ligament ยาวประมาณ ๑๐—๑๒ ซม. (๔—๕ นิ้ว) ตั้งต้นจากมุมบนของมดลูก (แต่ละข้าง) ตอนที่อยู่ข้างหน้าและใต้รอยต่อของท่อมดลูกแต่ละข้างผ่านไปตาม inquinal canal ไปเกาะที่ labia major พวกนี้ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ, areolar tissues เส้นโลหิตและเส้นประสาท



(รูปที่ ๒๗๐)

(รูปของช่องคลอดที่ผ่าตามยาวแสดงให้เห็นอวัยวะที่อยู่ใกล้เคียง) (Gerrish)

Uterosacral ligament มี ๒ เส้นทอดผ่านทางด้านหลังมดลูกจาก cervix และทวารหนักไปยังหนังด้านหลังของอุ้งเชิงกราน

หน้าที่ของมดลูกรับ ova จากท่อมดลูก ถ้าไข่ที่ถูกผสมแล้วจะอยู่ในมดลูกและเจริญขึ้นที่นั่นจนเป็นทารกและคลอดออกมาโดยการบีบตัวของมดลูก

ช่องคลอดหรือ vagina เป็นอวัยวะที่ขยายได้มาก เรียกว่า musculomembranous canal อยู่ข้างหน้าของทวารหนักและข้างหลังของกระเพาะปัสสาวะ ทอดเฉียงลงข้างล่างและชี้ไปข้างหน้า อยู่ระหว่างมดลูกและอวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก (vulva) ผนังทางด้านหลังยาว ๘–๙ ซม. ข้างหน้ายาว ๖–๗ ซม. ส่วนบนที่หุ้มปากมดลูกทางด้านหลังลึกจะลึกเข้าไปเรียกว่า posterior fornix ส่วนข้างหน้าและข้าง ๆ ตื้นกว่าเรียก anterior fornix และ lateral fornix ตามลำดับ

โครงสร้างของช่องคลอดข้างในบุด้วยเยื่อที่ต่อมาจากที่บุมดลูก ใต้ชั้นนี้ลงไปเป็น submucous ซึ่งเป็นพวก areolar tissues และถัดไปมีชั้นของกล้ามเนื้อภายในจะมีรอยย่นตามขวาง ๆ เรียก rugae ตลอดเวลาที่มีครรภ์ชั้นกล้ามเนื้อจะเจริญขึ้นหนามาก และพวก rugae ช่วยให้มันขยายได้มาก เมื่อเวลาครรภ์แก่และเวลาคลอด

อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอกหรือ external genital organs เรียกว่า vulva ซึ่งแบ่งออกไปเป็น mons pubis, labia majora, labia minora, และ clitoris, vestibule ของ vagina และ greater vestibular glands

Mons pubis เป็นเนื้อที่นูนขึ้นมาอยู่ข้างหน้าของ symphysis pubis ประกอบด้วย areolar ไขมันและ fibrous tissues ข้างนอกเป็นผิวหนังในตอนที่มีอายุเข้าในวัยรุ่นจะเริ่มมีขนขึ้น

Labia majora เป็นริมใหญ่อยู่ข้างนอก ๒ ข้างของช่องคลอดต่อมาจาก mons pubis ยาว ๒.๕ ซม. (๑ นิ้ว) ต่อกับช่องเปิดของทวารหนักข้างหลัง ภายในมีเส้นโลหิต เส้นประสาทต่อมชะนิด sebaceous ไขมันและ connective tissues

Labia minora เป็นริมเล็กอยู่ถัดริมใหญ่เข้าไป มี ๒ ข้าง เป็นพวก stratified squamous epithelium มี sebaceous glands มาก

Clitoris เป็นปุ่มเล็ก ๆ อยู่ตรงรอยต่อตอนบนของ labia minora ทั้ง ๒ อันประกอบด้วย tissue ที่ไวต่อความรู้สึกทางเพศมาก เพราะมีเส้นประสาทและเส้นโลหิตมาก

Vestibule ของช่องคลอดหรือทางเข้าของช่องคลอดที่อยู่ข้างหลังของ clitoris ระหว่างริมเล็ก ช่องเปิดของท่อปัสสาวะและช่องคลอดและท่อของ greater vestibule อยู่ใน vestibule นี้

Hymen หรือเยื่อพรหมจรรย์เป็นเยื่อบาง ๆ ที่อยู่รอบๆ ส่วนล่างของช่องคลอดและทำให้ช่องคลอดแคบยืดได้และอาจจะปิดอยู่เมื่อเด็กคลอด ซึ่งเรียกว่า imperforated hymen แต่ตามธรรมดาจะมีการฉีกขาด

Greater vestibular glands เป็นต่อมรูปกลมหรือรูปไข่ ๒ ต่อม อยู่ ๒ ข้างของช่องคลอดมีท่อมาเปิดที่ vestibule ข้างละท่อ ขับสิ่งที่ช่วยทำให้ช่องคลอดลื่น

Perineum หรือฝีเย็บ อยู่พื้นล่างของอุ้งเชิงกรานซึ่งเป็นพวก fasciae และกล้ามเนื้อยืดได้มากเวลาคลอด แต่อย่างไรก็ดีเมื่อมีการคลอดบริเวณนี้จะมีการฉีกขาด ซึ่งจำเป็นต้องมีการเย็บซ่อมแซม ถ้ามิฉะนั้นอาจจะทำให้มดลูกและช่องคลอดดันออกมาได้

สรีรศาสตร์ของอวัยวะสืบพันธ์ในผู้หญิง

หน้าที่ของอวัยวะสืบพันธ์ของผู้หญิงคือสร้างและให้ ova เจริญจนเป็นทารก และคลอดออกมา นอกจากนี้เป็นที่ให้ internal secretions ต่าง ๆ

Puberty เป็นระยะที่อวัยวะเพศเริ่มเจริญเต็มที่และทำหน้าที่ของมัน

Ovulation เป็นการที่ follicle เจริญขึ้นจนแก่เต็มที่และแตกออกปล่อยให้ ovum หลุดออกมา

ประจำเดือนหรือ menstruation เป็นโลหิตที่ออกมาจากมดลูกทุก ๆ ระยะ ๒๘ วัน ตลอดเวลาที่ผู้หญิงอยู่ในระยะที่กำลังมีประจำเดือน ยกเว้นในเวลาที่ตั้งครรภ์และเลี้ยงลูกด้วยนม ระยะนี้มีประมาณ ๔–๕ วัน จำนวนของโลหิตที่ออกมาจะมากหรือน้อยอาจจะแล้วแต่บุคคลได้ แต่โดยมากเฉลี่ยประมาณ ๑๐๐–๒๐๐ ซีซี โลหิตที่ออกมานี้เรียกว่า menstrual fluids ประกอบด้วย mucin, epithelial cells และโลหิตรวมทั้งเยื่อที่บุข้างในมดลูกที่หลุดปนออกมาด้วย

เยื่อบุภายในมดลูกต้องมีการเปลี่ยนแปลงกันอยู่เรื่อย ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น ๔ ระยะ

ระยะที่กำลังมีโลหิตประจำเดือนไหลออกมาเรียกว่า period of menstruation ระยะนี้เป็นเวลาประมาณ ๔–๕ วัน เป็นระยะที่เยื่อบุภายในมดลูกหลุดออกมา

ระยะหลังการมีประจำเดือนเรียก postmenstrual period ประมาณ ๒–๓ วันเป็นระยะที่เยื่อบุภายในจะมีการซ่อมแซมโดยมีเซลล์ใหม่เกิดขึ้นแทนที่ เยื่อจะหนาขึ้นดังเดิม

ระยะหยุดพักหรือ interval ประมาณ ๑๔ วัน

ระยะก่อนมีประจำเดือนหรือ premenstrual period ประมาณ ๕–๖ วัน ระยะนี้เยื่อบุภายในมดลูกจะหนาขึ้นและมีโลหิตมาคั่งมาก

สาเหตุของการมี menstruation ต้นเหตุมาจากการทำงานของรังไข่โดย corpus luteal hormone ที่เกิดขึ้นที่รังไข่ เข้าไปในกระแสโลหิตเมื่อถูกนำไปถึงมดลูก ทำให้โลหิตไปสู่มดลูกมาก เพื่อเตรียมให้เป็นที่ฝังของไข่ที่ผสมแล้วและจะมีการเจริญเป็นทารกต่อไป เมื่อไม่มีไข่ที่ถูกผสมไปฝังตัว ฮอร์โมนนั้นจะหายไปและเยื่อภายในมดลูกจะมีการลอกหลุดออกมา ในการนี้จะมีโลหิตไหลออกมาซึ่งเรียกว่าโลหิตประจำเดือนหรือ menstrual

blood

ระยะหมดประจำเดือนหรือ menopause เป็นในวัยแก่ซึ่งโดยมากต่อมนมและมดลูกจะมีการเหี่ยวแห้ง ตลอดจนรังไข่และท่อมดลูกด้วย และจำนวนของคาร์โบไฮเดรทที่ใช้ไปน้อย ฉะนั้นร่างกายจึงมักจะมีการอ้วนฯ นอกจากนี้มีอาการทางประสาทด้วย (เพราะประสาทที่ควบคุมเส้นโลหิตมีการเปลี่ยนไปด้วย) อายุที่จะถึงระยะนี้ต่างกันเหมือนเมื่อย่างเข้าสู่ระยะ puberty โดยทั่ว ๆ ไปกล่าวกันว่า ถ้าเป็นหนุ่มสาวเร็วทำให้เข้าระยะหมดประจำเดือนช้า หรือในทางตรงข้าม แต่เฉลี่ยแล้วประมาณอายุ ๔๕–๔๗ ปี

ต่อมนมหรือ mammary glands มี ๒ ข้างสำหรับขับน้ำนมเลี้ยงทารก แต่ละข้างจะอยู่ข้างหน้าของ pectoral muscle ตั้งต้นจากซี่โครงซี่ที่ ๒–๖ โครงสร้างของต่อมนมข้างนอกเป็นผิวหนัง ข้างหน้าตรงกลางเป็นหัวนมหรือ nipples รอบ ๆ หัวนมเป็นเนื้อที่วงกลมที่มีสีเข้มเรียก areola ต่อมนมเป็น compound gland แบ่งออกเป็น ๒๐ lobes แต่ละ lobes มีท่อน้ำนมของมันเอง เมื่อต่อมต้องทำน้ำนมหรือทำงานจะขยายมาก lobes แบ่งออกเป็น lobules เล็ก ๆ แต่ละ lobules มีท่อน้ำนมหรือ tubules เล็ก ๆ นอกจากนี้มี fibrous areolar tissues และมีพวกไขมัน

เส้นโลหิตและเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงต่อมนม เป็นแขนง thoracic branches ที่มาจาก axillary, internal mammary artery และ intercostal artery ส่วนเส้นประสาทมาจาก ventral และ lateral branches ของ thoracic nerve เส้นที่ ๔, ๕ และที่ ๖

การเจริญของต่อมนม ต่อมนมจะมีขนาดโตขึ้นเมื่อเด็กผู้หญิงย่างเข้าสู่วัยสาวเพราะมีจำนวนของ connective tissues และไขมันเพิ่มขึ้น ส่วน glandular tissues จะยังไม่เจริญและยังไม่ทำหน้าที่ของมันจนกว่าจะถึงเวลาที่มีครรภ์ ในเวลานั้นต่อมนมจะโตขึ้นและแข็งกว่าธรรมดา เส้นโลหิตดำที่อยู่ตามผิว ๆ จะมองเห็นชัดและที่ฐานของหัวนมจะมีสีเข้มขึ้น หัวนมจะยื่นออกมาและในตอนปลายของระยะตั้งครรภ์จะมีน้ำสีเหลืองเรียก colostrum ไหลออกและจะออกมามากเมื่อภายหลังคลอด ๑–๒ วัน ต่อไปน้ำสีเหลืองนี้จะกลายเป็นน้ำนม

การเจริญขั้นต้นและการทำหน้าที่ของต่อมนม การทำงานของต่อมนมเกี่ยวข้องกับมดลูกและรังไข่ และ pituitary body และการที่ต่อมนมขยายออกตอนที่ถึงระยะ puberty เป็นเพราะ estrin ซึ่งเป็น follicular hormone ที่มาจากรังไข่ โดยเหตุนี้ถ้ามีการตัดรังไข่ก่อนถึงระยะ puberty ต่อมนมจะไม่มีการเจริญ หรือถ้าตัดภายหลังระยะ puberty ก็จะทำให้ต่อมนมเหี่ยวแฟบลง

การขับน้ำนม ส่วนที่ขับน้ำนมของต่อมนมเป็น alveolar glandular tissues รวมกันอยู่เป็น lobes มีประมาณ ๑๕—๒๐ lobes แต่ละ lobes จะมีท่อน้ำนมมาเปิดที่หัวนม

น้ำนมประกอบด้วย น้ำ เกลือ น้ำตาล (lactose) พวกนี้ขับออกมาจากโลหิตและเซลล์ของต่อมนมเองละลายปนออกมาเป็น โปรตีน และไขมัน ส่วนน้ำตาลนั้นมาจาก glucose ที่มีในโลหิต แต่เปลี่ยนเป็น lactose โดยวิธี dehydrolysis

Colostrum ที่ออกมา ๒—๓ วันแรกของการคลอดเป็นน้ำใส ๆ สีเหลือง ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน น้ำตาล เกลือ น้ำ แต่ส่วนประกอบที่มีอยู่ไม่เท่ากับน้ำนม

(รูปที่ ๒๗๑)

(รูปผ่าตามยาวของต่อมนม)

ส่วนประกอบของน้ำนมคนนั้นเหมาะสมกับที่จะใช้เลี้ยงทารก และก็ต่างจากน้ำนมสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ น้ำนมที่ใกล้เคียงน้ำนมคนและมักจะใช้เลี้ยงเด็กทารกได้แก่น้ำนมวัว แต่ก็มีส่วนประสมต่างกันดังนี้คือ

	น้ำนมคน เฉลี่ย %	น้ำนมวัว เฉลี่ย %
น้ำ	๘๘.๕	๘๗.๑
โปรตีน	๑.๕	๓.๒
ไขมัน	๓.๓	๓.๙
น้ำตาล	๖.๕	๔.๙
เกลือ	๐.๓	๐.๙

กรมศิลปากร

มนุษย์เราปฏิสนธิมาจากเซลล์ ๆ เดียว เซลล์นี้ค่อย ๆ เจริญและแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของเซลล์ จนจำนวนของเซลล์เพิ่มมากขึ้นจากเซลล์ก็เป็น embryonic tissues แล้วจาก tissues ก็เป็น embryonic organs แล้วก็เกิดเป็นระบบต่าง ๆ ขึ้น ขนาดของรูปร่างและส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนของเซลล์และสิ่งที่อยู่ระหว่างตัวเซลล์

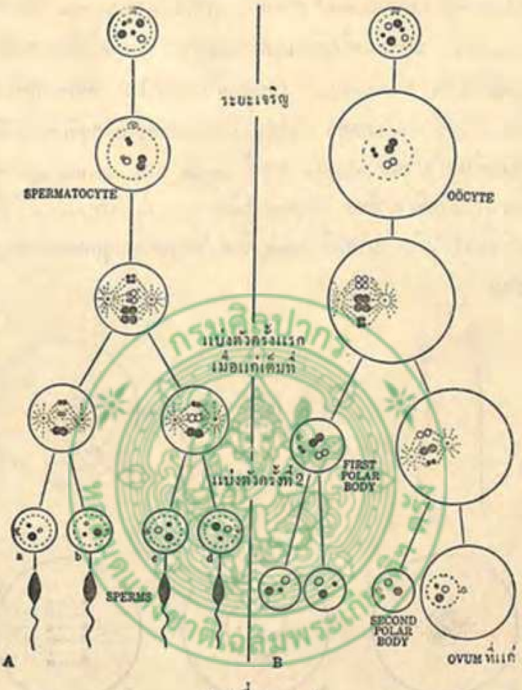
Embryonic tissues เมื่อมีอายุได้ ๒ อาทิตย์ จะแบ่งออกเป็น germminal tissues และ somatic tissues พวก germinal tissues จะเจริญขึ้นเป็นพวกอวัยวะสืบพันธุ์ต่าง ๆ และพวก somatic tissues จะเจริญขึ้นเป็นส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย พวก germinal tissues นี้อยู่ทางส่วนหลังของ embryo เมื่อมันมีอายุ ๑๐—๑๑ อาทิตย์ ในผู้ชายจะเจริญขึ้นเป็น tissues และผู้หญิงจะเป็นรังไข่ ตลอดเวลาที่เป็นทารกหรืออยู่ในวัยเด็ก อวัยวะเหล่านี้ยังไม่ทำงาน จะมีการแบ่งตัวของเซลล์ในจำนวนเท่า ๆ กับส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย แต่ยังไม่มี germ cells หรือ gametes ต่อเมื่อถึงระยะ puberty รังไข่ และ testes จะเจริญขึ้น และ germ cells จะเริ่มทำงาน (คือให้ ova หรือ sperm)

Germ cells ของผู้หญิงก็หมายถึงไข่ หรือ ova ที่มาจาก germinal epithelium ของรังไข่ ovum แต่ละอันจะมีเซลล์เป็นชั้น ๆ หุ้มอยู่ ซึ่งจะค่อย ๆ โตขึ้นเป็น Graafian

follicle และเมื่อมันเจริญเต็มที่จะดันออกมาอยู่ใกล้ ๆ กับผิวของรังไข่ และผนังของมันจะแตกออกปล่อย ovum ให้หลุดออกมานอกรังไข่ วิธีการณ์อันนี้เราเรียกว่า ovulation และเชื่อกันว่าระยะนี้โดยทั่ว ๆ ไปจะเกิดขึ้นระหว่างกลางของการที่มีประจำเดือน ๒ ครั้ง โดยเหตุนี้ทุก ๆ เดือนจะมีการแตกของไข่เช่นนี้ ๑ ใบ ไข่มีรูปกลมกว้างประมาณ ๐.๒ มม. follicles ที่โตเต็มที่จะโตประมาณ ๑๐ มม. germ cells ในผู้ชายเป็น spermatozoa ที่มาจากเซลล์ที่บุอยู่ตามท่อใน testis (กลับไปดูวรรคที่กล่าวถึง testis ในบทนี้) เมื่อมันเจริญเต็มที่จะยาวประมาณ ๐.๐๕ มม. และมีรูปคล้ายลูกกบ ประกอบด้วยส่วนหัวตอนกลางจะมีรูปยาว ๆ และตอนปลายแหลม ตอนหัวของมันมี nucleus ซึ่งต่อไปจะเป็น chromatin มันเคลื่อนไหวโดยของเหลวที่ประกอบกันเป็นน้ำอสุจิ และมันว่ายไปโดยการเคลื่อนไหวของส่วนหาง

การสุกหรือการแก่ของ germ cells หมายถึงการที่ ovum และ spermatozoa เตรียมพร้อมที่จะมีการผสมพันธ์ ตลอดเวลาที่ ova มีการเจริญจำนวน chromosome ใน ovum แต่ละอันจะลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม เซลล์ของมนุษย์มี โครโมโซม (chromosome) อยู่ ๔๗ โครโมโซม ๒๓ คู่ เป็นโครโมโซมธรรมดา และ ๑ คู่ เป็นพวกที่เกี่ยวกับเพศ ตามธรรมดาเราให้ชื่อของมันว่า x chromosome เชื่อกันว่าการแบ่งตัวของเซลล์เป็นผลมาจาก reduction ของจำนวนโครโมโซม และจะเริ่มก่อนเวลาที่จะมี ovulation คือมี polar boey อันเดียวเกิดขึ้นก่อน แต่ reduction ของมันยังไม่สมบูรณ์จะมี second polar body ก็ต่อเมื่อมีการผสมพันธ์ในตัวอสุจิมี ๒๔ โครโมโซม คือ มี โครโมโซมอย่างละ ๑ ตัวใน ๒๔ คู่ แต่มันจะแก่ก่อนที่จะหลุดออกมาจาก seminiferous tubules

Germ cells ของผู้ชายมี ๔๗ โครโมโซม (๒๓ คู่เป็น autosome และ ๑ คู่เป็น sex chromosome ซึ่งตามธรรมดาเรียก x และ y) spermatozoa ครึ่งหนึ่งมี ๒๓ โครโมโซม และ x และอีกครึ่งหนึ่งมี ๒๓ โครโมโซม และ y ทั้งหมดจะมี ๒๔ โครโมโซมอยู่ใน sperm แต่ละตัว ถ้า ovum ที่ถูกผสมโดย sperm ที่มี x chromosome เพราะฉะนั้นเซลล์ที่ได้จะมี ๒๓ คู่ของ autosome และ ๑ คู่ของ x เซลล์นี้จะเกิดเป็นเด็กผู้หญิง และถ้า ovum ที่ถูกผสมกับ sperm ที่มี y เซลล์ที่ได้จะมี ๒๓ คู่ของโครโมโซมธรรมดา และ ๑ คู่ของ x และ y เซลล์นี้จะเจริญเป็นเด็กผู้ชาย



(รูปที่ ๒๗๒)

(แสดงการแก่ของเซลล์พวกที่จะสืบพันธุ์ วิธีนี้เป็นทั้ง meiosis และ mitosis สังเกตดูการแบ่งตัวของเซลล์ทั้ง ๒ ระยะ ซึ่งจะทำให้เซลล์เพิ่มจำนวนขึ้นเป็น ๔ ตัว ในพวก A เซลล์ทั้ง ๔ ตัวจะเป็น sperm ทั้ง ๔ ตัว ส่วนในพวก B จะมีเซลล์ที่แก่เป็น ovum แต่เพียงอันเดียวที่ทำหน้าที่ของมันได้ อีก ๓ ตัวนั้นจะหายไป จุดดำ ๆ ข้างใน ๒ คู่ เป็น spermatocytes และ oocytes สีขาวเป็น sex chromosome เพราะฉะนั้นทำให้ข้างในเซลล์มี โครโมโรม ๖ อัน ใน spermatocytes นั้น sex chromosome ๒ อันไม่เหมือนกัน คือ (สีขาวใหญ่ และเล็ก) x และ y เพราะฉะนั้นใน A จะมี sperm cells ๒ อย่าง คือ (c) และ (d) เป็น x และ (a) และ (b) เป็น y)

การผสมพันธ์ (Fertilization) คำนี้หมายความว่าการที่ sperm หรือตัวอสุจิไชหัวเจาะเข้าไปใน ovum มักจะเกิดที่ส่วนบนของท่อมดลูกอาจจะเกิดขึ้นมาภายหลัง ovulation ๒—๓ ช.ม. และหลังจาก insemination (การนำน้ำกามเข้าไป) ตลอดเวลาเหล่านี้ ovum จะมีการเคลื่อนเข้าไปข้างในท่อมดลูก ในไม่ช้าเมื่อส่วนหัวของตัวอสุจิเจาะเข้าไปใน ovum ส่วนหางของมันจะหายไป และ nucleus ของทั้ง ovum และ spermatozoa จะมารวมกัน ทำให้เซลล์กลายเป็นเซลล์ ๆ เดียว เรียกเซลล์นี้ว่า embryo หรือ zygote มีโครโมโซม ๒๔ คู่ (ดูรูปที่ ๒๗๓) ในโครโมโซมมี genes ซึ่งทำให้เซลล์ของลูกหลานมีลักษณะคล้าย ๆ เซลล์ของพ่อแม่

กรมศิลปากร

(รูปที่ ๒๗๓)

(*แสดงการผสมพันธ์* ก. sperm *ของมนุษย์ที่มองทางด้านหน้า และด้านข้าง* ข. sperm *เข้าสู่* ovum ค. nucleus *ของ* sperm *ที่อยู่ใน* ovum ง. nucleus *ทั้ง ๒ เข้ามาใกล้กัน* จ. nucleus *มารวมกันเป็น* zygote *ขึ้น* ฉ. embryonic cells *มีการแบ่งตัวซึ่งทำให้เป็น* embryo *๒ เซลล์*)

กรรมพันธ์ (Heredity) หมายความว่าการที่มีการถ่ายทอดลักษณะของบิดามารดาไปยังบุตรหลาน โดยวิธีผสมพันธ์

การเจริญของ germ cells

ภายหลังที่มีการผสมพันธ์เซลล์จะมีการแบ่งตัวเป็นจำนวนมาก คือ จาก ๒ เป็น ๔ และเป็น ๘ ซึ่งเรียกว่า blastomer ขั้นแรกของ blastomer จะมารวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่า morula และเมื่อจำนวนของเซลล์เพิ่มขึ้น ตรงกลางของมันจะมีช่อง และมีน้ำขังอยู่ ตอนนี้เราเรียกว่า blastocyte เซลล์ข้างในจะเจริญเป็น embryo ข้างนอกจะเจริญเป็น fetal membrane และเมื่อ embryo เจริญมากขึ้นจะมีเซลล์เรียงกันเป็นชั้น ๆ ชั้นนอกเรียกว่า ectoderm ชั้นในเรียกว่า entoderm ระหว่างชั้นทั้ง ๒ เป็น mesoderm พวก ectoderm ต่อไปจะเจริญขึ้นเป็นผนังของร่างกายและพวก entoderm จะเจริญขึ้นเป็นอวัยวะภายในทั้งหมด ระหว่างกลางของ mesoderm ทั้ง ๒ ชั้นจะเป็นช่องว่างอยู่ ต่อไปจะเป็น body cavities ทั้งหลาย

การเจริญเป็นอวัยวะต่าง ๆ เมื่อ tissues ต่าง ๆ ค่อย ๆ เจริญขึ้น มันจะมาประกอบกันขึ้นเป็นอวัยวะต่าง ๆ วิธีการณ์นี้เรียกว่า organogenesis เมื่อยิ่งโตขึ้นอวัยวะต่าง ๆ จะมีขนาดโตขึ้นด้วย และมันจะทำหน้าที่รวมกันเป็นระบบต่าง ๆ

การฝังตัวของไข่ (implantation) ภายหลังที่ไข่ผ่านลงไปในท่อมดลูก และภายหลังการผสมพันธ์ประมาณ ๘–๑๐ วัน มันจะมีการฝังอยู่ในเยื่อบุมดลูกเกิดมี maternal และ fetal membrane ขึ้นห่อหุ้มเพื่อเป็นการป้องกันและให้อาหารแก่ทารก

Maternal หรือ decidua membrane เป็นเยื่อที่บุอยู่ภายในมดลูก เยื่อบุอยู่ที่ฐานของ embryo ที่ฝังตัวอยู่ในมดลูกเรียกว่า decidua basalis ต่อไปจะกลายเป็น maternal part ของรก ส่วนเยื่อที่หุ้ม embryo เรียก decidua capsularis และพวกเยื่อมดลูกที่เหลือเรียกว่า decidua vera

Fetal membrane ประกอบด้วย chorion, amnion และ yolk sac และ allantois ทั้ง yolk sac และ allantois จะอยู่ทางด้านหน้าของ embryo และจะพบในสายสะดือของทารก amnion เป็นถุงเยื่อที่บางใสข้างในมีของเหลวที่หล่อเลี้ยง embryo ให้ชุ่มชื้นและรักษาความกดดันภายในให้แก่ embryo ส่วน chorion เป็นเยื่อที่หุ้มตัว embryo ทำให้เกิดเป็น villi และ villi นี้จะแทงเข้าไปในเยื่อบุมดลูก villi ที่ยื่นเข้าไปใน decidua basalis จะยาวขึ้นเพิ่มจำนวนและให้แขนงมากขึ้น ส่วนนี้เราเรียกว่า chorion frondosum ต่อไปจะ

กลายเป็น fetal part ของรก villi ของ chorion ส่วนอื่นจะไม่เจริญ และจะหายไปทำให้ตอนผิว ๆ ของ chorion เรียบ และที่สายสะดือที่ติดต่อระหว่างทารกกับรกจะมี umbilical arteries ๒ เส้นนำโลหิตจากทารกไปยังเส้นโลหิตฝอยของรก และ umbilical vein จะนำโลหิตแดงกลับไปให้ทารก

รก (placenta) ประกอบด้วย embryonic portion และ maternal portion มันมีการไหลเวียนของโลหิตของมันเอง และจะมีการแลกเปลี่ยนสารต่าง ๆ ระหว่างทารกและแม่โดยวิธีการณ์ diffusion อาหารและอ๊อกซิเจนในสารละลายของโลหิตที่นำไปเลี้ยงเด็กได้มาจากโลหิตของแม่ที่ซึมผ่าน villi เข้าไปในกระแสโลหิตของทารก และของที่เสียที่ทารกขับออกจะผ่าน villi เข้าไปในโลหิตของแม่

การไหลเวียนของโลหิตทารก

มีส่วนที่เกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหิตทารกหลายส่วนที่จะเลิกใช้ ภายหลังที่เด็กคลอดออกมา ส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ คือ

Foramen ovale เป็นช่องที่เปิดติดต่อระหว่างหัวใจห้องบนทั้ง ๒

Ductus arteriosus เป็นเส้นโลหิตที่ติดต่อ pulmonary artery และ aorta

Ductus venosus เป็นเส้นโลหิตที่ติดต่อ umbilical vein กับ inferior vena cava

รกและสายสะดือ รกเป็นก้อน tissues ที่มีโลหิตมาก ติดแน่นกับเยื่อบุมดลูก สายสะดือจะช่วยติดต่อรกกับสะดือของเด็ก สายสะดือประกอบด้วยเส้นโลหิต ๒ เส้นเรียกว่า umbilical artery และเส้นโลหิตดำใหญ่ ๑ เส้น เรียก umbilical vein ระหว่างเส้นโลหิตทั้ง ๓ นี้มี Wharton's jelly อยู่ เส้นโลหิตแดงเป็นแขนงที่มาจาก arterial system ของทารกนำโลหิตไปยังรก

ทางเดินของโลหิต โลหิตจากรกไปตามสายสะดือ เข้าสู่ umbilical vein เข้าสู่ทารก ไปตาม ascending vena cava ไปยังตับ ผ่าน ductus venosus ที่ติดต่อเส้นโลหิตทั้ง ๒ จาก asending vena cava เข้าสู่หัวใจห้องบนขวา (R.A.) ผ่าน foramen ovale เข้าในหัวใจห้องบนซ้าย (L.A.) ลงสู่หัวใจห้องล่างซ้ายและผ่านออก aorta ไปเลี้ยงส่วนศีร์ษะและแขน โลหิตที่กลับจากศีร์ษะและแขน จะมาตาม descending vena cava เข้าสู่หัวใจห้อง

บนขวา ผ่านลงหัวใจห้องล่างขวา (R.V.) ผ่านออกทาง pulmonary artery ไปยังปอด ปอดทารกยังเป็นอวัยวะที่ไม่ขยาย คือถุงลมยังติดกันแน่นอยู่ และมันยังต้องการโลหิตน้อย (ต้องการเพียงเป็นอาหารเท่านั้น) ส่วนใหญ่โลหิตจะผ่าน ductus arteriosus เข้าสู่ descending aorta รวมกับโลหิตใน aorta ที่มาจากหัวใจห้องล่างซ้าย ไปเลี้ยงอวัยวะในช่องท้อง ช่องเชิงกราน และขา ส่วนใหญ่ของโลหิตที่ส่งไปยังรกโดย umbilical arteries ๒ เส้น แต่ก็มีส่วนน้อยที่กลับเข้าไปใน ascending vena cava และผสมกับโลหิตจากรก

จากการไหลเวียนของโลหิตนี้จะเห็นว่า

รกทำหน้าที่เป็นอวัยวะที่ช่วยในการหายใจ ให้อาหาร และขับของเสีย ให้แก่ทารก

ตับรับโลหิตโดยตรงจากรก เพราะฉะนั้นเมื่อเด็กคลอดใหม่ ๆ ตับจึงโต

โลหิตจากรกผ่านเกือบโดยตรงเข้าสู่ arch of aorta และแยกไปเลี้ยง ศีร์ษะ และแขน

โลหิตจาก descending aorta ซึ่งส่วนใหญ่มาจาก แขน รวมกับพวกที่มาจากหัวใจห้องล่างซ้าย (ซึ่งเป็นส่วนน้อย) แล้วไปแจกขา

Ductus arteriosus จะกลายเป็น fibrous cord

โลหิตภายใน umbilical vein จะทำให้เส้นโลหิตนี้กลายเป็น ligamentum teres ของตับ

Ductus venosus จะกลายเป็น ligamentum venosum ของตับ

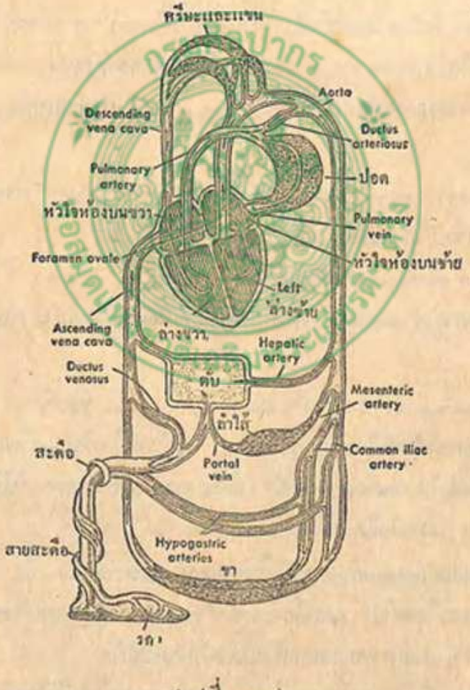
ความกดดันในหัวใจห้องบนขวาลดลง และในหัวใจห้องบนซ้ายและในหัวใจห้องล่างเพิ่มขึ้น จึงทำให้ foramen ovale ปิด ทันทีภายหลังที่มีการคลอด ถ้าไม่ปิดเด็กที่คลอดออกมาตัวเขียว เพราะโลหิตแดงไปปนกับโลหิตดำ

การคลอด (parturition) จะเกิดขึ้นภายหลัง ประมาณ ๒๘๐ วัน นับจากวันแรกของประจำเดือนครั้งสุดท้าย และเด็กจะคลอดออกมาเนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อของมดลูกเป็นระยะ ๆ และการหดตัวของกล้ามเนื้อหน้าท้องช่วยด้วย

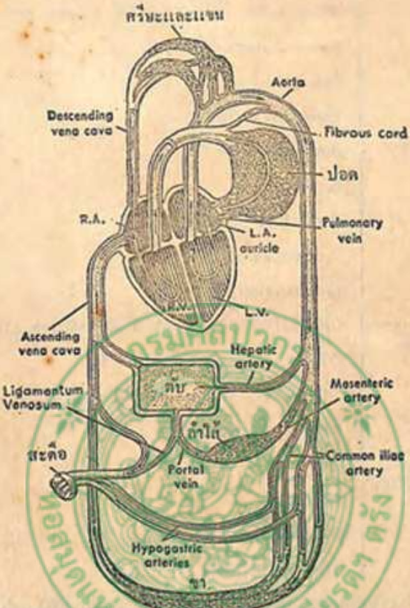
ระยะเวลาที่เจ็บครรภ์ แตกต่างกันแล้วแต่บุคคล เฉลี่ยแล้วประมาณ ๑๒–๑๗ ชม. ระยะแรกของการคลอดเรียกว่า stage of dilation ปากมดลูกจะมีการขยายและถุงน้ำคล่ำจะ

แตกออก น้ำคร่ำไหลออกมา ระยะที่ ๒ เรียก stage of descent เด็กจะผ่านช่องคลอดและออกมาภายนอก ระยะที่ ๓ เรียกว่า placental stage ทั้งรก และเยื่อหุ้มเด็กจะออกมา

Involution หมายถึงการที่มดลูกกลับคืนสู่สภาพปกติ มดลูกจะลดขนาดลงโดยเร็ว ภายหลังคลอด ทั้งนี้เพราะผนังของมดลูกหดตัว แต่ในระยะนี้มดลูกยังโตกว่าก่อนที่จะมีครรภ์มาก ภายหลังเวลา ๖–๘ อาทิตย์ มดลูกจะคืนเข้าในช่องเชิงกราน และจะมีขนาดเกือบเท่าเดิมที่ยังไม่มีการตั้งครรภ์



(รูปที่ ๒๗๔)
(การไหลเวียนของโลหิตทารก)



(รูปที่ ๒๗๕)

(การไหลเวียนของโลหิตหลังคลอด)

สรุป

Reproduction
- หมายถึงการทำให้เกิดชีวิตใหม่
- เกิดจากการรวมตัวของ ovum และ spermatozoa

Puberty
- เป็นระยะที่อวัยวะเพศเจริญเต็มที่และเริ่มทำหน้าที่ของมัน
- ในเด็กผู้ชายอายุประมาณ ๑๕ ปี
- ในเด็กผู้หญิงประมาณ ๑๔ ปี

Adolescence — จากระยะ puberty ถึง ๒๐–๒๕ ปี

อวัยวะสืบพันธ์ในผู้ชาย
- Teses ๒ อัน ให้ตัวอสุจิและ internal secretion
- Seminal ducts 2
- Seminal vesicle 2
- Ejaculatory ducts 2
- Spermatic cord 2
- Scrotum
- Penis และ urethra
- Prostate glands
- Bulbourethral gland 2

น้ำอสุจิ หรือ semen — เป็นของเหลวที่ต่อมต่าง ๆ หลั่งขับมาจาก sex glands ในผู้ชายมีตัวอสุจิ ๗๐,๐๐๐,๐๐๐ ต่อ ๑ ซีซี

อวัยวะสืบพันธ์ของผู้หญิง
- รังไข่ ๒ อัน ให้ ova และ internal secretion
- ท่อมดลูก ๒ ท่อ
- มดลูก
- ช่องคลอด
- อวัยวะสืบพันธ์ภายนอก
- ต่อมนม ๒ ต่อม

Ovulation — การเจริญและการสุกของ follicles และ ovum และ ovum หลุดออกมา

Menstruation — การที่มีโลหิตไหลออกมาจากมดลูก เกิดขึ้นในทุก ๆ ๒๘ วัน จากระยะ puberty ถึงระยะหมดโลหิตประจำเดือน นอกจากเวลาที่มีครรภ์และเลี้ยงลูกด้วยนม

menopause — ระยะที่ไม่มีโลหิตประจำเดือน

ต่อมนมมีหน้าที่ขับน้ำนมเลี้ยงทารก

น้ำนมประกอบด้วย — น้ำ เกลือ น้ำตาล พวกนี้ได้มาจากโลหิต นอกจากนี้มีโปรตีนและไขมัน ที่บุอยู่ที่ท่อน้ำนม

Colostrum — เป็นน้ำที่ใส สีเหลือง ขับออกมา ๒–๓ วัน แรกที่มีการคลอด

Embryology

สิ่งที่มีชีวิตมาจากการผสมของ sperm และ ovum ของพ่อ และแม่

การเจริญ มาจากการเพิ่มจำนวนของตัวเซลล์ และการเจริญเติบโตของตัวเซลล์ และสิ่งที่อยู่ระหว่างเซลล์ ให้มีลักษณะเหมือนกับเซลล์ของบรรพบุรุษ

- **Germinal tissues**
  - Somatic tissues
    - เป็น tissues ทั้งหมดที่นอกจากจะเป็นพวกที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์
  - Germinal tissues
    - ในรังไข่มี ova
    - ใน testes มี spermatozoa
- **Germ cells**
  - ในผู้หญิง ovum มีขนาด ๑/๑๒๕ นิ้ว รอบ ๆ ของมันเป็น Graafian follicles
  - Ovulation คือ Graafian follicle แตกออก ovum หลุดออกมา
  - ในผู้ชายมี sperm โตประมาณ ๑/๕๐๐ นิ้ว ตอนหัวของมันมี nucleus
- **Maturation**
  - เซลล์ของคนมี ๔๘ โครโมโซม (๒๔ คู่)
  - ตลอดเวลาที่มันจะแก่ จำนวนของโครโมโซมจะลดลง ครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด เพราะฉะนั้นแต่ละ ovum และ sperm จะมี ๒๔ โครโมโซม
- **Fertili zation**
  - การผสมพันธุ์หมายถึงการที่ sperm เจาะหัวเข้าไปใน ovum และทำให้นิวเคลียสของมันมีการรวมกัน
  - โครโมโซมรวมกันมี ๔๘ โครโมโซม แล้วจะเริ่มมีการแบ่งตัวของเซลล์
- **Heredity**
  - การถ่ายทอดลักษณะของพ่อ และแม่ไปยังเด็ก
  - โครโมโซมของเด็กทุก ๆ คู่จะมาจาก เซลล์ของพ่อและแม่
- **Parturition**
  - การคลอด จะเกิดขึ้นใน ๒๘๐ วันของวันแรกของประจำเดือนครั้งสุดท้าย
  - ระยะของการคลอดมี ๓ ระยะ
    - stage dilation
    - stage descent
    - placental stage
- **Involution**
  - ระยะหลังการคลอด มดลูกจะคืนสู่สภาพและขนาดเหมือนกับ หรือเท่ากับก่อนที่มีการตั้งครรภ์

ตรานี้แสดงว่าชาวอเมริกันได้จัดหาเครื่องมือและสิ่งของมาช่วยเหลือ
รัฐบาลไทยในการปฏิบัติงานตามโครงการเพื่อสวัสดิภาพของชาวไทย

กรมศิลปากร